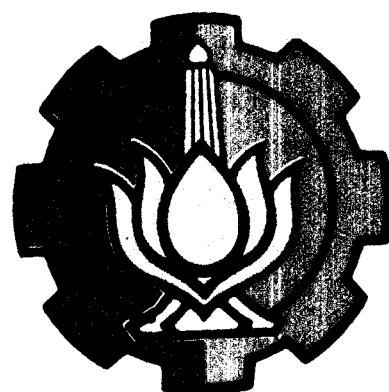


4101 /TC/H/91 ✓

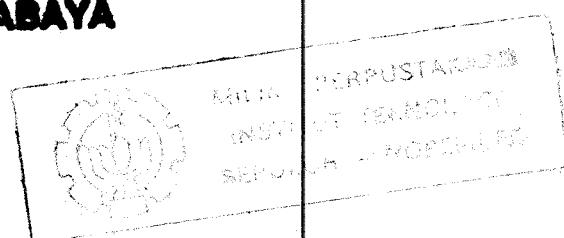
PERENCANAAN DAN PEMBUATAN PENDETEKSI DAN PENGUKUR PARAMETER CUACA DENGAN INTERFACE PADA IBM PC-XT



RSC
621.391 6
LIO
P-1
1990

OLEH :
WIDHANTA LIONO
NRP. 2852200385

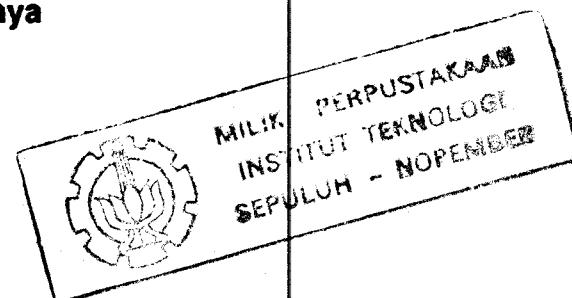
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA



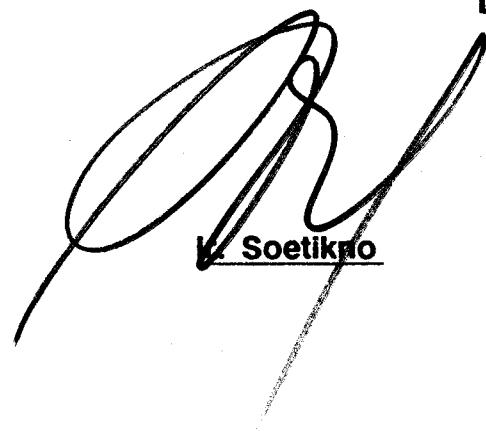
**PERENCANAAN DAN PEMBUATAN
PENDETEKSI DAN PENGUKUR PARAMETER CUACA
DENGAN INTERFACE PADA IBM PC - XT**

TUGAS AKHIR

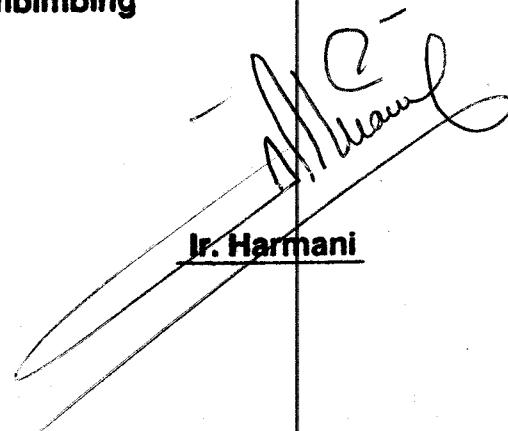
**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Elektro
Pada
Bidang Studi Teknik Elektronika
Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya**



**Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing**



Mr. Soetikno



Ir. Harmani

**SURABAYA
FEBRUARI 1990**

A B S T R A K

Perkembangan elektronika membawa dampak positif yang sangat besar dalam menunjang kemajuan dan perkembangan sistem pengukuran, terutama kehadiran mikroprosesor dalam sistem digital. Salah satu aplikasinya adalah pengukuran parameter cuaca yang dikontrol oleh mikroprosesor.

Tugas akhir ini membahas perencanaan dan pembuatan alat pendekripsi dan pengukur parameter cuaca dengan interface IBM PC-XT. Parameter yang diukur dibatasi pada temperatur dengan jangkauan -8°C - 50°C , kelembaban relatif dengan jangkauan 0% - 97%, kecepatan angin dengan besar minimum 16,5 km/jam dan arah angin dengan ketelitian $11,25^{\circ}$. Pengukuran temperatur dan kelembaban relatif memakai voltage to frequency converter, kecepatan angin memakai optical tachometer dan arah angin memakai optical shaft encoder.

Sasaran dari perencanaan tersebut adalah, dengan bantuan mikrokomputer IBM PC-XT dan perangkat lunak dalam Turbo Pascal, maka dapat dilakukan pengukuran pada waktu yang diinginkan, menyimpan hasil pengukuran pada disket, menampilkan hasil pengukuran dalam bentuk tabel dan grafik pada monitor, dan dapat mencetaknya di atas kertas dengan bantuan printer, serta menampilkan data-data statistik hasil pengukuran.

Alat pendekripsi dan pengukur parameter cuaca ini dapat dikembangkan lebih lanjut sesuai dengan kebutuhan.

KATA PENGANTAR

Berkat rahmat Tuhan Yang Maha Esa, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul:

**PERENCANAAN DAN PEMBUATAN
PENDETEKSI DAN PENGUKUR PARAMETER CUACA
DENGAN INTERFACE PADA IBM PC-XT**

Tugas Akhir ini merupakan pelengkap persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

- Bapak Ir. Soetikno, selaku Dosen Pembimbing.
- Bapak Ir. Harmani, selaku Dosen Pembimbing sekaligus Dosen Wali.
- Ibu Dr. Ir. Handayani Tj., selaku Ketua Bidang Studi Elektronika.
- Bapak Ir. Syariffuddin Mahmudsyah, M.Eng., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
- Rekan-rekan mahasiswa bidang studi Elektronika dan semua pihak yang banyak membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis berharap agar Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca pada umumnya. Penulis

menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan.
Segala kritik dan saran yang membangun akan penulis terima
dengan senang hati.

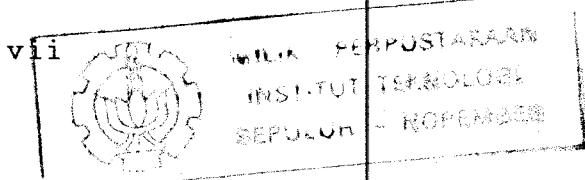
Surabaya, Februari 1990

Penulis

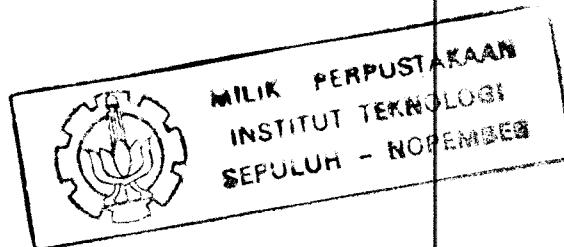
D A F T A R I S I

| BAB | HALAMAN |
|---|---------|
| ABSTRAK | iii |
| KATA PENGANTAR | iv |
| DAFTAR ISI | vi |
| DAFTAR GAMBAR | ix |
| DAFTAR TABEL | xii |
| 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Permasalahan | 2 |
| 1.3 Pembatasan Masalah | 3 |
| 1.4 Metodologi | 4 |
| 1.5 Langkah-langkah Pembahasan | 4 |
| 2 TEORI PENUNJANG | 6 |
| 2.1 Arsitektur Mikrokomputer IBM PC | 6 |
| 2.1.2 Mikroprosesor 8088 | 7 |
| 2.1.2 Bus Sistem | 14 |
| 2.1.3 ROM Sistem | 15 |
| 2.1.4 RAM Sistem | 15 |
| 2.1.5 Masukan/Keluaran Sistem | 16 |
| 2.2 Perantara Periferal Yang Dapat Diprogram .. | 17 |
| 2.2.1 Unit Perantara Periferal | 19 |
| 2.2.2 Unit Perantara Modul CPU | 21 |
| 2.2.3 Unit Kontrol Internal | 21 |
| 2.3 Teknik Pengkodean | 23 |
| 2.4 Teknik Pembuferan | 24 |

| | |
|--|----|
| 2.5 Operational Amplifier (Op-Amp) | 26 |
| 2.5.1 Op-Amp Ideal | 27 |
| 2.5.2 Op-Amp Sebagai Pembanding | 29 |
| 2.5.3 Op-Amp Sebagai Penguat Tanpa Pembalik | 30 |
| 2.5.4 Op-Amp Sebagai Buffer | 32 |
| 3 PERENCANAAN DAN PEMBUATAN PERANGKAT KERAS | 34 |
| 3.1 Modul Interface | 36 |
| 3.1.1 Slot Ekspansi IBM PC | 36 |
| 3.1.2 Buffer | 38 |
| 3.1.3 Pengkode | 40 |
| 3.1.4 Multiplexer | 44 |
| 3.1.5 Counter | 45 |
| 3.1.6 Perantara Periferal Yang Dapat Diprogram 8255 | 46 |
| 3.2 Modul Sensor Temperatur dan Kelembaban Relatif | 50 |
| 3.2.1 Sensor Temperatur | 50 |
| 3.2.2 Sensor Kelembaban Relatif | 51 |
| 3.2.3 Buffer | 53 |
| 3.2.4 Penguat | 54 |
| 3.2.5 Tegangan Pengontrol Frekuensi | 55 |
| 3.2.6 Pembanding | 56 |
| 3.3 Modul Sensor Kecepatan dan Arah Angin | 60 |
| 3.3.1 Sensor Arah Angin | 60 |
| 3.3.2 Sensor Kecepatan Angin | 65 |
| 3.3.3 Peralatan Mekanik Sensor Kecepatan dan Arah Angin | 67 |



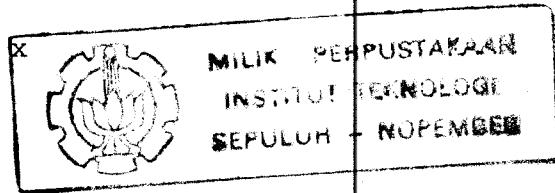
| | | |
|------------|---|-----|
| 4 | PERENCANAAN DAN PEMBUATAN PERANGKAT LUNAK | 70 |
| 4.1 | Bahasa Pemrograman Turbo Pascal | 70 |
| 4.2 | Pemrograman Terstruktur | 71 |
| 4.3 | Flowchart dan Pseudocode Perangkat Lunak .. | 72 |
| 4.4 | Prosedur-prosedur Perangkat Lunak | 79 |
| 5 | KALIBRASI DAN LINIERISASI SENSOR | 89 |
| 5.1 | Sensor Temperatur | 88 |
| 5.2 | Sensor Kecepatan Angin | 92 |
| 5.3 | Sensor Arah Angin | 95 |
| 6 | PENUTUP | 97 |
| | DAFTAR PUSTAKA | 99 |
| LAMPIRAN A | RANGKAIAN LENGKAP | 100 |
| LAMPIRAN B | DATA SHEETS | 101 |
| LAMPIRAN C | USULAN TUGAS AKHIR | 173 |



D A F T A R G A M B A R

| GAMBAR | KETERANGAN GAMBAR | HALAMAN |
|--------|--|---------|
| 2- 1 | Komponen Dasar Mikrokomputer IBM PC | 6 |
| 2- 2 | Diagram Blok Papan Sistem IBM PC | 8 |
| 2- 3 | Pembentukan Alamat Memori pada 8088 | 10 |
| 2- 4 | Register-register 8088 | 11 |
| 2- 5 | Bit-bit Flag 8088 | 14 |
| 2- 6 | Blok Diagram PPI 8255 | 18 |
| 2- 7 | Mode Operasi PPI | 20 |
| 2- 8 | Format Mode Set Control Word | 22 |
| 2- 9 | Format Port C Bit-Set/Reset Control Word . | 23 |
| 2-10 | Pengkode 74LS138 dan 74LS139 | 24 |
| 2-11 | Empat Jenis Tri-state Buffer | 25 |
| 2-12 | Simbol Op-Amp | 27 |
| 2-13 | Karakteristik Rangkaian Terbuka | 28 |
| 2-14 | Rangkaian Ekivalen Op-Amp Ideal | 29 |
| 2-15 | Op-Amp sebagai Pembanding | 30 |
| 2-16 | Op-Amp sebagai Penguat Tanpa Pembalik | 31 |
| 2-17 | Op-Amp sebagai Buffer | 32 |
| 3- 1 | Blok Diagram Perangkat Keras | 34 |
| 3- 2 | Konfigurasi Slot Ekspansi IBM PC | 37 |
| 3- 3 | Rangkaian Buffer | 39 |
| 3- 4 | Alamat Port I/O Port | 41 |
| 3- 5 | Pemetaan Port I/O pada Mikrokomputer IBM PC | 41 |
| 3- 6 | Pemetaan Port I/O pada Papan Sistem | 42 |

| | | |
|------|--|----|
| 3- 7 | Pemetaan Port I/O pada Card Slot | 43 |
| 3- 8 | Rangkaian Pengkode | 44 |
| 3- 9 | Rangkaian Multiplexer 74LS151..... | 45 |
| 3-10 | Rangkaian Counter | 46 |
| 3-11 | Rangkaian Modul Interface | 49 |
| 3-12 | Rangkaian Sensor Temperatur LM335 | 51 |
| 3-13 | Rangkaian Buffer | 54 |
| 3-14 | Rangkaian Penguat Tanpa Pembalik | 54 |
| 3-15 | Gelombang Output VCO pada Pin 3 | 55 |
| 3-16 | Rangkaian Tegangan Pengontrol Frekuensi .. | 56 |
| 3-17 | Gelombang Output Pembagi Tegangan | 57 |
| 3-18 | Rangkaian Pengubah Output VCO ke Level TTL | 57 |
| 3-19 | Gelombang Output LM311 | 58 |
| 3-20 | Rangkaian Modul Sensor Temperatur dan Kelembaban Relatif | 59 |
| 3-21 | Piringan Optik sebagai Sensor Arah Angin | 61 |
| 3-22 | Rangkaian Sensor Arah Angin | 64 |
| 3-23 | Piringan Aluminium Berlubang sebagai Sensor Kecepatan Angin | 66 |
| 3-24 | Rangkaian Sensor Kecepatan Angin | 66 |
| 3-25 | Peralatan Mekanik Sensor Kecepatan dan Arah Angin | 68 |
| 4- 1 | Struktur Program Standard | 73 |
| 4- 2 | Flowchart Perangkat Lunak | 75 |
| 4- 3 | Mode Set Control Word pada PPI 8255 dengan Alamat 02F0-02F3 | 81 |



| | | |
|------|--|----|
| 4- 4 | Mode Set Control Word pada PPI 8255 dengan Alamat 02F3-02F7 | 82 |
| 5- 1 | Hubungan Tegangan Input VCO terhadap Frekuensi Output | 91 |
| 5- 2 | Hubungan Kecepatan Angin terhadap Frekuensi Output | 94 |
| 5- 3 | Peralatan Mekanik Sensor Kecepatan dan Arah Angin | 96 |
| 5- 4 | Alat Pendeksi dan Pengukur Parameter Cuaca | 96 |

D A F T A R T A B E L

| TABEL | KETERANGAN TABEL | HALAMAN |
|-------|---|---------|
| 3-1 | Tabel Kebenaran IC 74LS245 | 40 |
| 3-2 | Tabel Kebenaran Input Counter | 45 |
| 3-3 | Bit-bit PPI 8255 yang Dipakai | 47 |
| 3-4 | Operasi PPI 8255 | 48 |
| 3-5 | Kelembaban Relatif | 52 |
| 3-6 | Bilangan Desimal dan Ekivalen Bilangan Biner, Kode Gray serta Arah Angin yang Dikodekan | 62 |
| 5-1 | Tegangan Input VCO terhadap Frekuensi Output | 91 |
| 5-2 | Kecepatan Angin terhadap Frekuensi Output | 94 |

B A B 1

P E N D A H U L U A N

1.1 L A T A R B E L A K A N G

Dewasa ini, dunia elektronika telah mengalami perkembangan yang sangat pesat. Hal ini jelas membawa dampak positif yang sangat besar dalam menunjang kemajuan dan perkembangan sistem-sistem elektronika, sistem-sistem komunikasi, sistem-sistem informasi, maupun sistem-sistem instrumentasi.

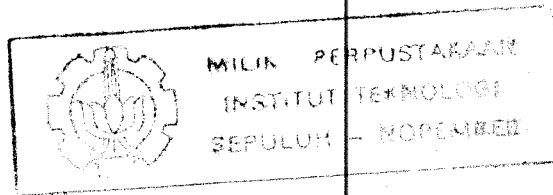
Perkembangan dalam dunia elektronika dimulai dengan penemuan komponen-komponen elektronika yang masih dapat disebut primitif, seperti tabung-tabung elektron, kemudian dilanjutkan dengan penemuan transistor yang berukuran lebih kecil dan terakhir dengan penemuan rangkaian terpadu analog maupun digital yang merupakan gabungan dari puluhan sampai ratusan ribu transistor yang dikemas dalam satu serpih silikon. Perkembangan dalam dunia elektronika belum berhenti sampai di situ. Sampai sekarang, produk-produk elektronika baru masih terus dihasilkan yang mendukung pengembangan sistem-sistem yang sudah ada.

Perkembangan yang sangat penting dalam perancangan sistem digital pada dekade terakhir ini adalah kehadiran mikroprosesor, sebuah unit pemroses pusat terpadu dalam satu serpih silikon. Kemampuan proses dan nilai ekonomis mikroprosesor menimbulkan dampak yang sangat besar pada perancangan sistem digital dan wawasan aplikasinya dalam

kehidupan manusia, sehingga disebut Revolusi Industri ke Dua. Ini berhubungan dengan kemampuan mikroprosesor yang dapat diprogram.

Mikroprosesor ini berkembang terus dengan pesat, mulai dari mikroprosesor 4 bit (seperti 4004) yang masih sangat sederhana, sampai 8 bit (seperti Z80) dan 16 bit seperti 8088 yang digunakan pada mikrokomputer IBM Personal Computer/XT atau 8086 yang digunakan pada mikrokomputer IBM Personal System/2 Model 30. Bahkan dengan semakin berkembangnya teknologi, telah ditemukan mikroprosesor 32 bit seperti 80286 yang digunakan pada mikrokomputer IBM Personal System/2 Model 50 dan 60 atau 80386 yang digunakan pada mikrokomputer IBM Personal System/2 Model 80.

1.2 PERMASALAHAN



Perkembangan mikroprosesor yang pesat membawa pengaruh dalam peningkatan kemampuan sistem mikrokomputer yang ada sekarang, sehingga banyak peralatan instrumentasi dan pengukuran yang dikontrol oleh mikrokomputer. Salah satu aplikasinya adalah pengukuran parameter cuaca yang dikontrol oleh mikrokomputer.

Dewasa ini cuaca memegang peranan penting di segala bidang. Berbagai macam kegiatan tergantung pada parameter-parameter cuaca seperti kecepatan angin, arah angin, temperatur, kelembaban udara dan sebagainya. Untuk itu diperlukan pengukuran parameter-parameter tersebut secara akurat dan terus menerus, sehingga dipakai

mikrokomputer sebagai pengontrol pengukuran.

Hal tersebut menimbulkan beberapa permasalahan pada perencanaan peralatan tersebut yaitu tranduser yang dipilih, mikrokomputer yang dipilih, pengaturan hubungan antara mikrokomputer dengan tranduser, pengaturan masukan data dan keluaran data.

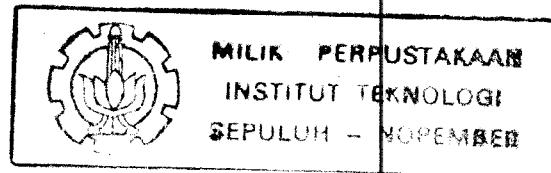
1.3 PEMBATASAN MASALAH

IBM Personal Computer atau PC yang menggunakan mikroprosesor 8088, telah terbukti sebagai sistem populer yang dapat digunakan dalam banyak aplikasi di rumah, kantor, ataupun laboratorium. Sistem ini dirancang secara "terbuka", yang berarti interface dan peralatan dengan mudah dapat dihubungkan pada sistem ini. Oleh sebab itu perangkat keras yang dibuat dihubungkan dengan IBM Personal Computer sebagai interface.

Mengingat banyaknya parameter cuaca maka parameter yang diukur dibatasi sebagai berikut:

1. Parameter yang diukur hanya empat buah, yaitu kecepatan angin, arah angin, temperatur udara dan kelembaban relatif udara.
2. Perangkat lunak dibuat untuk mengambil data pada saat yang diinginkan, menyimpannya dalam disket, mencetak hasil pengamatan di atas kertas, menampilkan grafik pada monitor, mencetak grafik di atas kertas dan memberikan data statistik pengamatan. Dalam hal ini tidak dilakukan analisa hasil pengamatan.
3. Sensor mekanis yang dibuat untuk mengukur kecepatan

angin dan arah angin didasarkan atas uji coba. Hasil uji coba dipergunakan untuk mencari persamaan matematiknya.



1.4 METODOLOGI

Perencanaan alat dalam Tugas Akhir ini dilakukan dengan melakukan pendekatan secara perangkat keras dan perangkat lunak untuk mendapatkan hasil yang optimum.

Secara perangkat keras, pendekatan dilakukan dengan mempelajari karakteristik tranduser, kalibrasi tranduser, teknik interfacing IBM Personal Computer, dan hal-hal lain yang menunjang, seperti pemetaan masukan dan keluaran, pengkodean, pembuferan, dan sebagainya.

Secara perangkat lunak, pendekatan dilakukan dengan mempelajari perangkat lunak yang memiliki fasilitas dan kemampuan yang diperlukan untuk menjalankan perangkat keras yang direncanakan, termasuk linierisasi secara perangkat lunak, pengaturan masukan dan keluaran, seperti tampilan pada monitor dan printer.

1.5 LANGKAH-LANGKAH PEMBAHASAN

Pembahasan dalam Tugas Akhir ini dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

Pada Bab 1 dibahas pendahuluan yang berisi latar belakang, permasalahan, pembatasan masalah, metodologi dan langkah-langkah pembahasan dari peralatan yang dibuat.

Pada Bab 2 dibahas perangkat keras IBM Personal

Computer dan teknik interfacingnya, teknik pengkodean, teknik pembuferan, operational amplifier, dan sebagainya.

Pada Bab 3 dibahas perencanaan dan pembuatan perangkat keras dari alat ukur parameter cuaca termasuk tranduser dan kalibrasinya.

Pada Bab 4 dibahas perencanaan dan pembuatan perangkat lunak dari alat ukur parameter cuaca.

Pada Bab 5 dibahas kalibrasi dan linierisasi sensor yang dipakai.

Pada Bab 6 berisi bab penutup yang terdiri atas kesimpulan dan saran.

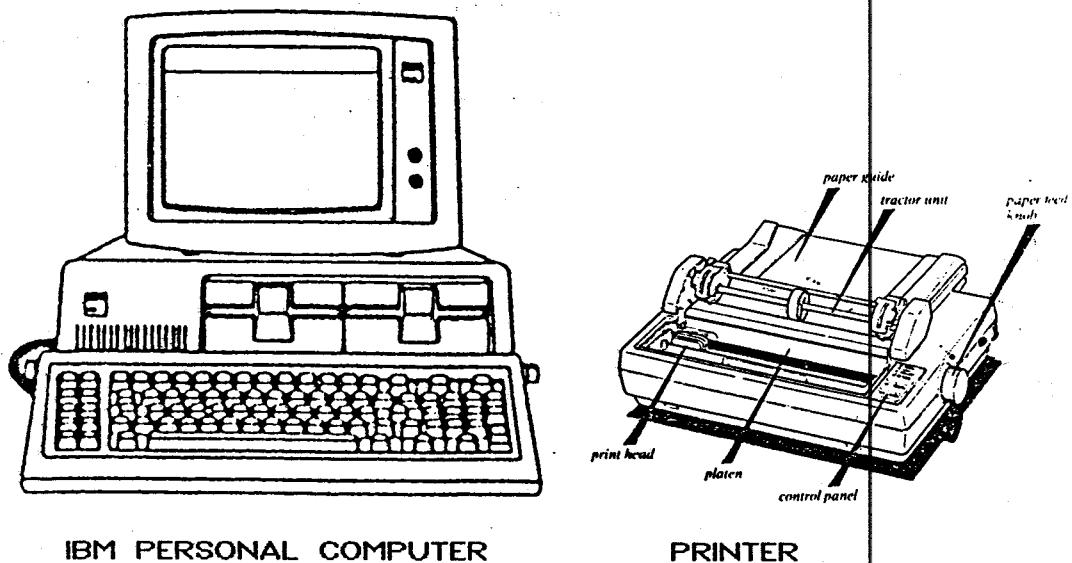
Tugas Akhir ini diakhiri dengan lampiran data sheet dari komponen-komponen yang dipergunakan dan usulan Tugas Akhir

B A B 2

T E O R I P E N U N J A N G

2.1 ARSITEKTUR MIKROKOMPUTER IBM PC

Mikrokomputer IBM PC dibuat oleh International Business Machine (IBM). Komponen dasar mikrokomputer IBM PC terdiri atas Unit Sistem, Papan Tombol Sistem, Monitor Monokrom atau Warna, dan Printer seperti terlihat pada Gambar 2-1.



GAMBAR 2-1
KOMPONEN DASAR MIKROKOMPUTER IBM PC

Unit Sistem mikrokomputer IBM PC meliputi mikroprosesor 16 bit, read only memory, random access memory, interface untuk cassette recorder/player, catu daya, sebuah speaker untuk aplikasi audio, dan delapan buah slot ekspansi untuk pengembangan sistem lebih lanjut.

Pada Unit Sistem ini dapat dipasang satu atau dua diskette drive.

Bagian utama dari Unit Sistem adalah papan prosesor yang terletak horizontal pada bagian dasar unit ini. Papan prosesor pada Unit Sistem ini meliputi:¹⁾

1. Mikroprosesor 8088.
2. Rangkaian Clock.
3. Bus Sistem
4. ROM Sistem.
5. RAM Sistem.
6. Rangkaian Waktu.
7. DMA Sistem.
8. Interupsi Sistem.
9. Masukan/Keluaran Sistem.

Diagram blok papan sistem mikrokomputer IBM PC ditunjukkan pada Gambar 2-2.

2.1.1 MIKROPROSESOR 8088

Mikroprosesor 8088 merupakan jantung dari papan sistem IBM PC. Mikroprosesor 8088 ini merupakan mikroprosesor 16 bit yang memiliki bus memori 8 bit. Instruksi 8088 dapat memanipulasi data 16 bit, tetapi data

¹⁾ Lewis C. Eggebrecht, INTERFACING TO IBM PERSONAL COMPUTER, Howard W. Sams & Co., Inc., Indianapolis, Indiana, 1983, hal. 21-27.

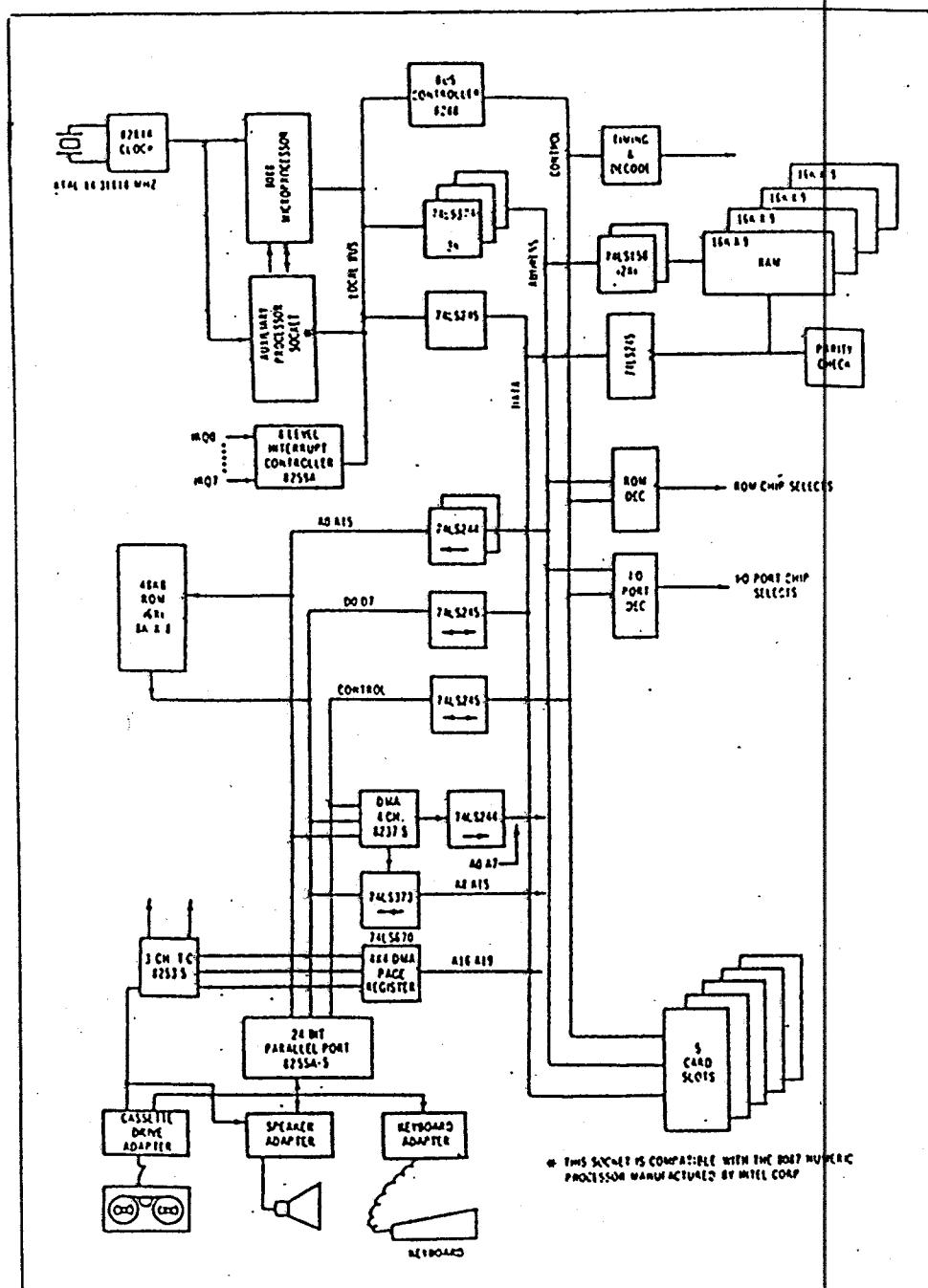


DIAGRAM BLOK PAPAN SISTEM TBM PC

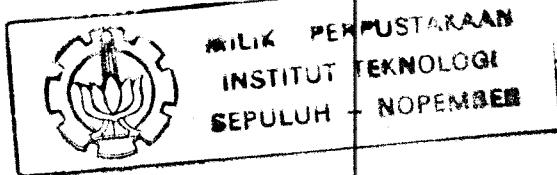
2) Ibid., hal. 22.

dan instruksi-instruksi diambil dan ditulis satu persatu ke memori 8 bit. Mikroprosesor ini mampu mengakses memori sampai 1 Megabyte yang dapat berupa data atau instruksi.

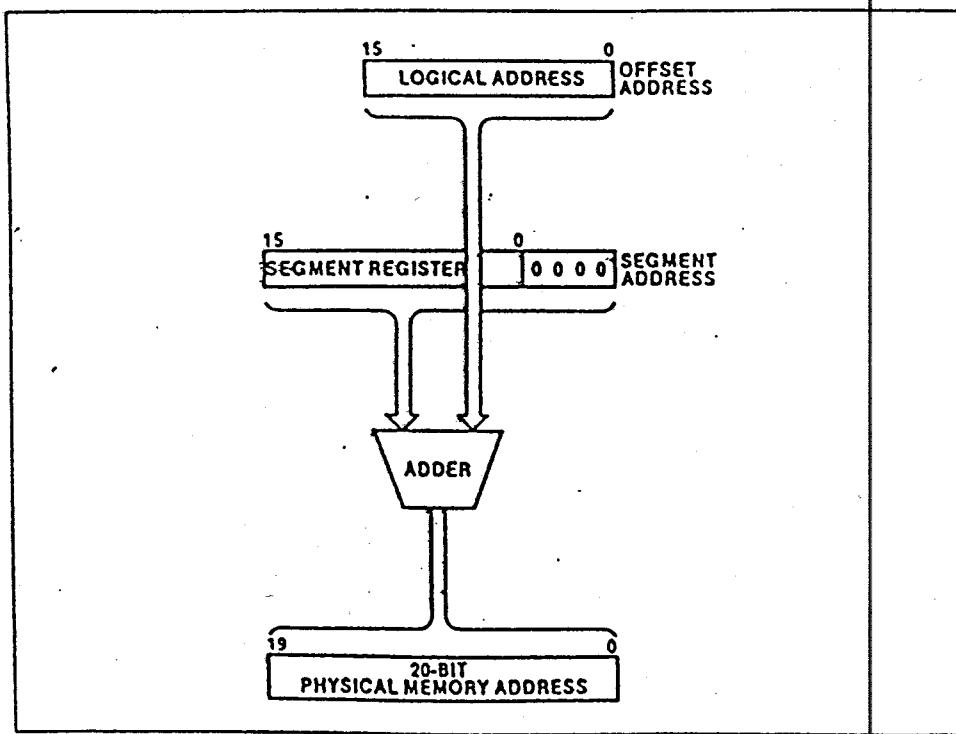
Sebenarnya mikroprosesor 8088 merupakan turunan dari mikroprosesor 8086, dengan perbedaan utama pada lebar bus data. Mikroprosesor 8086 memiliki jalur data internal dan memori data eksternal sebesar 16 bit. Mikroprosesor 8088 memiliki jalur data internal 16 bit, tetapi bus data eksternal sebesar 8 bit. Perangkat lunak untuk keduanya tepat sama, hanya berbeda dalam kecepatan eksekusi untuk pengaksesan data 16 bit.

Salah satu sifat unik dari mikroprosesor 8088 adalah kemampuannya untuk mengakses memori lebih dari 65.536 byte (64 Kbyte) yang ditentukan oleh lebar alamat 16 bit. Mikroprosesor 8088 memiliki kemampuan pengalamatan 20 bit yang memungkinkan pangaksesan lokasi memori sampai sebesar 1.048.576 byte (1 Megabyte). Tetapi karena instruksi-instruksinya hanya membatasi operasi dengan lebar alamat 16 bit, maka seolah-olah hanya dapat menggunakan memori 64 Kbyte. Untuk mengatasi hal ini, lokasi memori sebesar 1 Megabyte tersebut dibagi menjadi segment-segment berukuran 64 Kbyte yang lokasi awalnya ditunjuk oleh register 16 bit (*segment register*).

Untuk membentuk alamat fisik 20 bit, maka, harga segment base yang berada dalam segment register harus digeser 4 bit kekiri, kemudian dijumlahkan dengan alamat efektif/offset 16 bit yang ditentukan oleh suatu instruksi. Proses pengalamatan dengan metode segmentasi



pada mikroprosesor 8088 ini ditunjukkan pada Gambar 2-3.



GAMBAR 2-3³⁾

PEMBENTUKAN ALAMAT MEMORI PADA 8088

Mikroprosesor 8088 memiliki empat belas register 16 bit yang terbagi atas: empat data register, empat pointer dan index register, empat segment register, satu instruction pointer register, dan satu flag register seperti pada Gambar 2-4.

A. Data Register

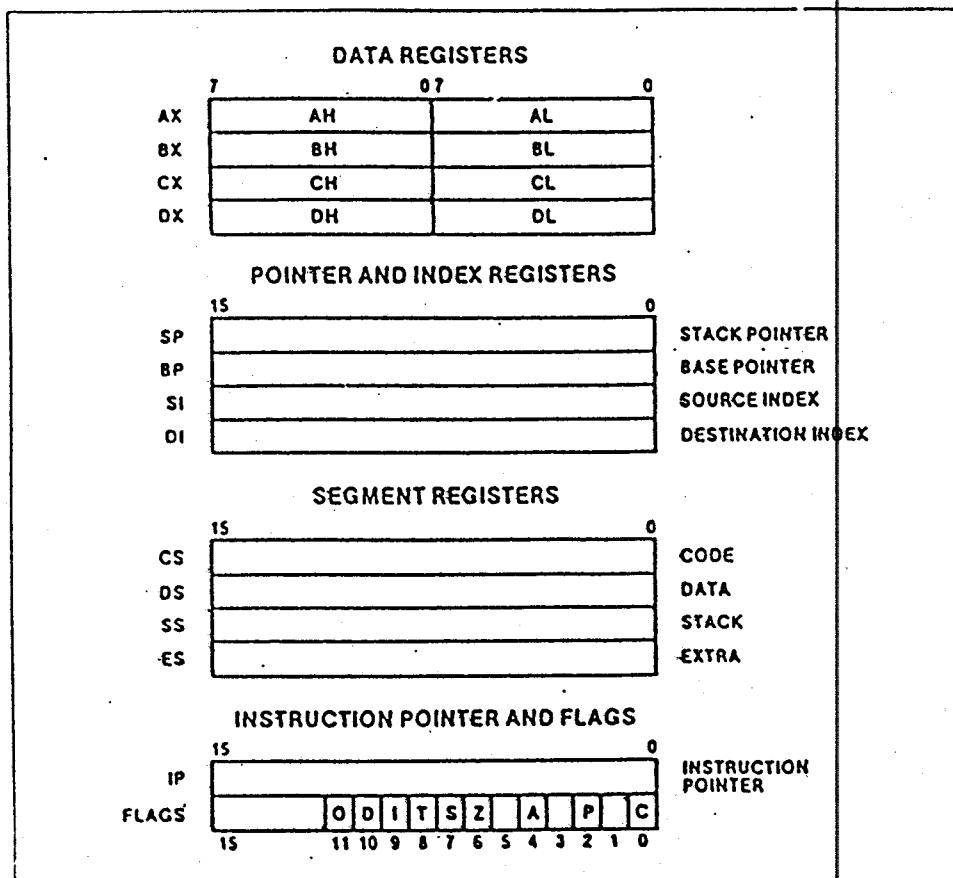
Kelompok data register terdiri atas empat register 16 bit yang biasa digunakan oleh set instruksi untuk

³⁾ Ibid, hal. 34.

melaksanakan operasi-operasi logika dan aritmatika.

Keempatnya adalah sebagai berikut:

1. AX (Accumulator).
2. BX (Base Register).
3. CX (Count Register).
4. DX (Data Register).



GAMBAR 2-4⁴⁾
REGISTER-REGISTER 8088

⁴⁾ Ibid, hal. 35.

Register-register ini juga dapat dialamatkan sebagai register-register 8 bit (AH, AL, BH, BL, CH, CL, DH, dan DL) untuk operasi-operasi byte dari set instruksi.

B. Pointer dan Index Register

Kelompok pointer dan index register terdiri atas empat register 16 bit yang digunakan untuk membentuk alamat memori efektif atau bagian offset dari suatu lokasi alamat. Keempatnya adalah sebagai berikut:

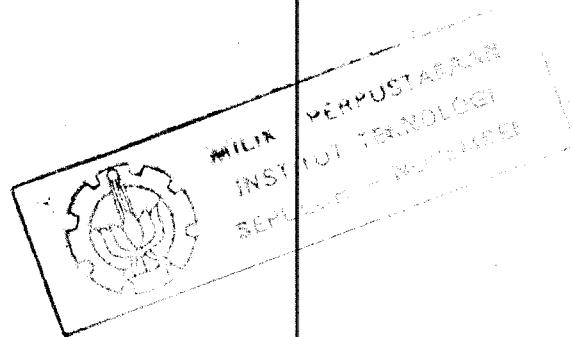
1. SP (Stack Pointer).
2. BP (Base Pointer).
3. SI (Source Index).
4. DI (Destination Index).

Register-register ini juga dapat digunakan oleh set instruksi untuk melaksanakan operasi-operasi logika dan aritmatika.

C. Segment Register

Kelompok segment register terdiri atas empat register 16 bit yaitu:

1. CS (Code Segment).
2. DS (Data Segment).
3. SS (Stack Segment).
4. ES (Extra Segment).



Register-register ini digunakan untuk menempatkan segment-segment 64 Kbyte di dalam lokasi alamat 1 Megabyte. Bagian dari alamat awal suatu segment register disimpan dalam segment yang disebut *segment base*.

D. Instruction Pointer Register

Instruction pointer (IP) register adalah sebuah register 16 bit yang memuat alamat offset instruksi berikutnya, berdasarkan alamat base dari code segment.

E. Flag Register

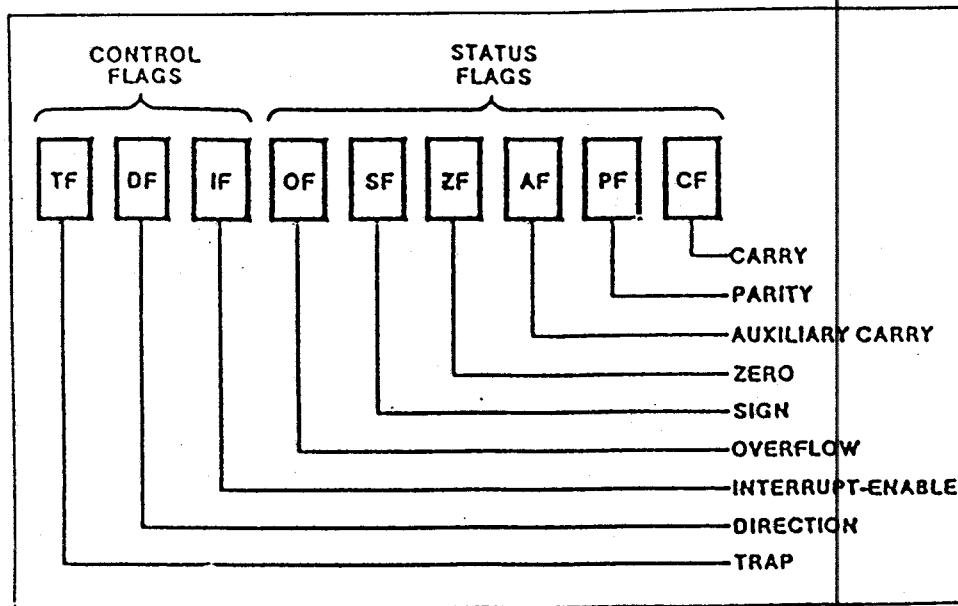
Flag register merupakan sebuah register 16 bit, tetapi hanya sembilan bitnya saja yang digunakan seperti yang tampak pada Gambar 2-5. Enam dari bit-bit ini merupakan bit-bit status yang mencerminkan hasil operasi-operasi logika dan aritmatika, sebagai berikut:

- Bit 0, Carry Flag (CF)
- Bit 2, Parity Flag (PF)
- Bit 4, Auxiliary Carry Flag (AF)
- Bit 6, Zero Flag (ZF)
- Bit 7, Sign Flag (SF)
- Bit 11, Overflow Flag (OF)

Ketiga bit yang lain merupakan bit-bit kontrol, sebagai berikut:

- Bit 8, Trap Flag (TF)

- Bit 9, Interrupt Flag (IF)
- Bit 10, Direction Flag (DF)



GAMBAR 2-5⁵⁾
BIT-BIT FLAG 8088

2.1.2 BUS SISTEM

Bagian-bagian fungsional utama dari papan sistem IBM PC dihubungkan ke CPU 8088 melalui bus sistem yang bermula dari pin-pin mikroprosesor 8088. Bus ini terdiri atas berbagai macam jalur signal: bus data, bus alamat, kontrol, pewaktuan, permintaan interupsi, dan kontrol DMA. Di samping itu papan sistem dilengkapi pula dengan 8288 Bus Controller chip yang menghasilkan sinyal-sinyal kontrol seperti MEMR, MEMW, IOR, IOW, dan lain-lain.

⁵⁾ Ibid, hal. 37.

2.1.3 ROM SISTEM

Papan sistem IBM PC dilengkapi dengan 64 Kbyte read only memory (ROM). ROM ini dikodekan sedemikian rupa sehingga menempati 64 Kbyte lokasi memori teratas dalam pemetaan memori IBM PC, yaitu pada lokasi memori F0000h - FFFFFh. ROM ini memuat program yang menunjang fungsi sistem, sebagai berikut:⁶⁾

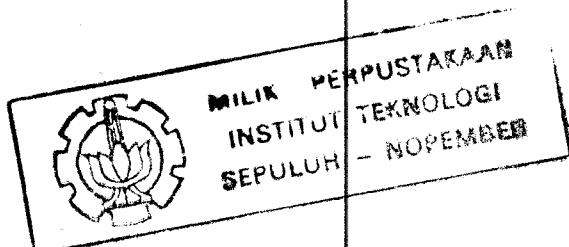
- Inisialisasi sistem.
- Power On diagnostic dan checkout sistem.
- Penentuan konfigurasi sistem.
- I/O device driver yang biasa disebut BIOS (Basic Input/Output System).
- Diskette bootstrap loader.
- Font bit pattern untuk 128 karakter ASCII yang pertama.

Semua fungsi tersebut termuat dalam program BIOS yang bertempat pada lokasi alamat FE000h - FFFFFh. Pada lokasi alamat F6000h - FDFFFh termuat Microsoft BASIC Interpreter.

2.1.4 RAM SISTEM

Papan sistem IBM PC dilengkapi dengan random access memory (RAM) yang menempati lokasi 00000h - 3FFFFh (256

⁶⁾ Ibid, hal. 24.



Kbyte) yang dapat diperluas sampai lokasi 9FFFFh (640 Kbyte).

RAM sistem ini sebenarnya menggunakan sembilan bit data, bit yang ke-sembilan merupakan bit parity yang dihasilkan pada setiap siklus penulisan memori. Pada setiap siklus pembacaan memori, parity dihasilkan dari 8 bit data dan dibandingkan dengan parity yang telah disimpan pada siklus penulisan terakhir. Jika keduanya sama, berarti data yang tersimpan pada RAM tersebut baik.

Lokasi memori yang terendah dari system board RAM ini (00000h - 005FFh) digunakan untuk interrupt vectors, dan daerah data DOS/BIOS/BASIC. Lokasi 00600h ke atas digunakan sebagai daerah pemakai.

2.15 MASUKAN/KELUARAN SISTEM

Papan sistem IBM PC dilengkapi dengan adapter-adapter untuk papan tombol, audio speaker, dan audio cassette port. Peralatan ini dipadukan pada bus sistem dengan menggunakan 8255A-5 Parallel Register chip. Chip ini memiliki tiga port masukan/keluaran 8 bit. Port-port ini digunakan dalam hal-hal sebagai berikut:⁷⁾

- membaca data dari dip switch konfigurasi sistem.
- membaca kode scan dari papan tombol.
- men-drive audio speaker.

⁷⁾

Ibid, hal. 27

- membaca serial data dari audio cassette.
- mengontrol motor pada audio cassette/recorder.
- memodulasi input clock timer/counter Channel 2.
- dan lain-lain.

Detail dari arsitektur mikrokomputer IBM PC dapat dilihat secara lebih jelas dalam *IBM Personal Computer Technical Reference Manual*.

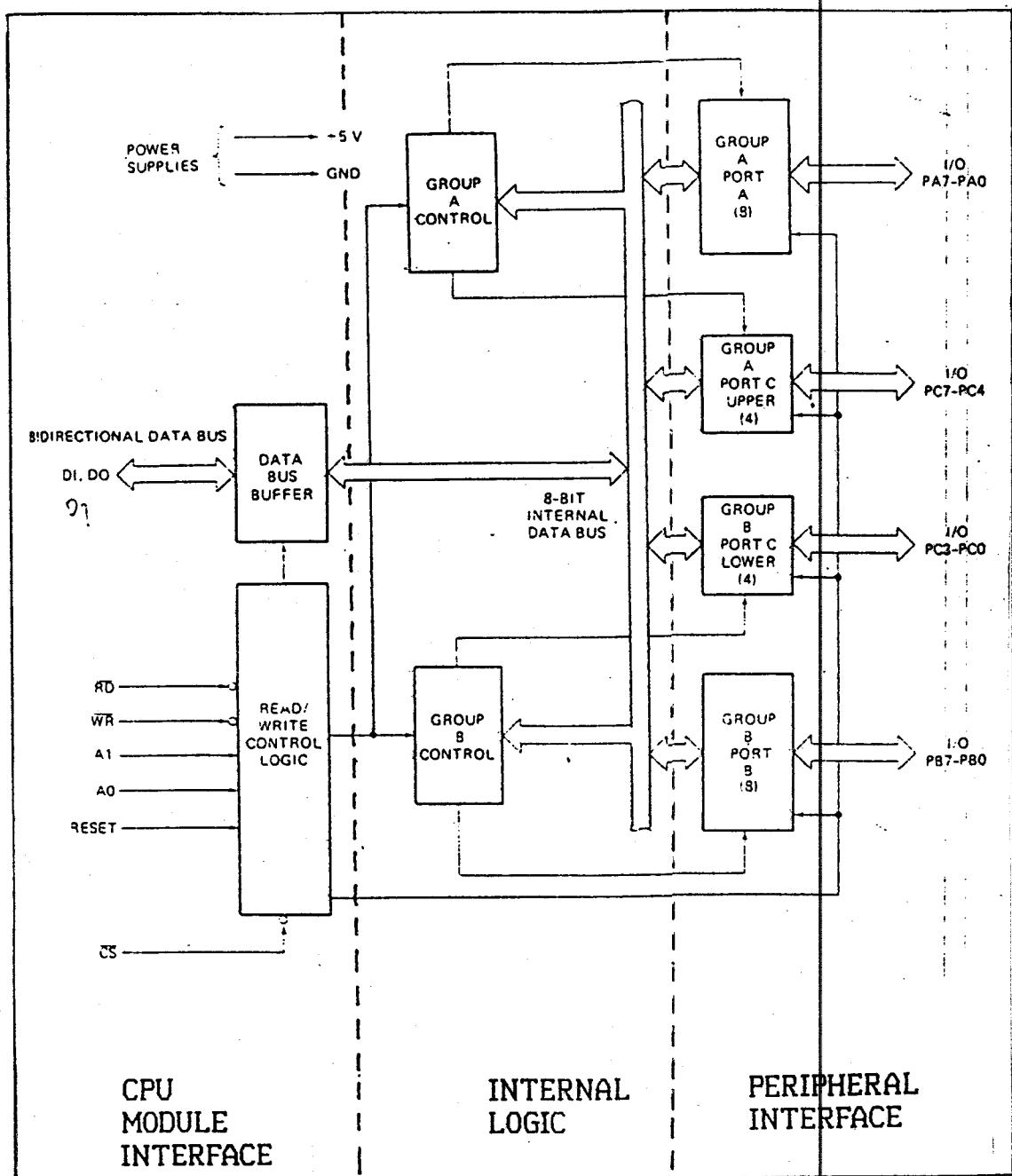
2.2 PERANTARA PERIFERAL YANG DAPAT DIPROGRAM (PPI) 8255

PPI 8255 adalah pemanfaatan skala besar (*large scale integrated-circuit*) yang digunakan sebagai interface antara bus data mikrokomputer dan peralatan masukan/keluaran. PPI ini diproduksi oleh Intel Corporation yang dikemas dalam kemasan 40 pin DIP (Dual In-line Package).

Ada dua keuntungan mempergunakan PPI dalam sistem mikrokomputer, yaitu:⁸⁾

1. Masukan/Keluaran Paralel terletak dalam satu rangkaian terpadu, sehingga menyederhanakan interfacing dan menurunkan harga secara keseluruhan.
2. Dapat dikontrol dengan perangkat lunak membuat interfacing mikrokomputer menjadi lebih fleksibel.

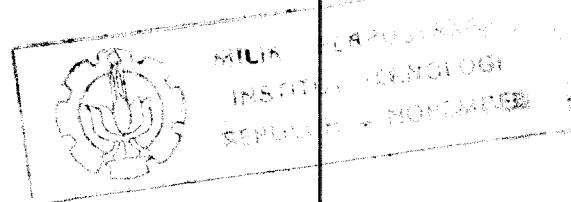
⁸⁾ Paul F. Goldeborough, *MICROCOMPUTER INTERFACING WITH THE 8255 PPI CHIP*, Howard W. Sams & Co., Inc., Indianapolis, Indiana, 1979, hal. 10.

GAMBAR 2-6⁹⁾

BLOK DIAGRAM PPI 8255

Namun demikian juga ada tiga kerugian menggunakan

⁹⁾ Ibid, hal. 41.



PPI, yaitu:¹⁰

1. Jalur I/O dalam satu IC tidak selalu diinginkan.
2. Konfigurasi perangkat lunak menjadi bertambah.
3. Keluaran dari PPI tidak memiliki fan-out seri IC 7400.

PPI 8255 ini mempunyai tiga buah port register dan sebuah register kontrol. Setiap register tersebut terdiri atas 8 bit yang dapat diatur melalui perangkat lunak untuk melaksanakan fungsi masukan atau keluaran.

Gambar 2-6 menunjukkan diagram blok dari PPI 8255. PPI dapat dibagi menjadi 3 unit utama, yaitu unit perantara periferal, unit perantara modul CPU, dan unit kontrol internal.

2.2.1 UNIT PERANTARA PERIFERAL

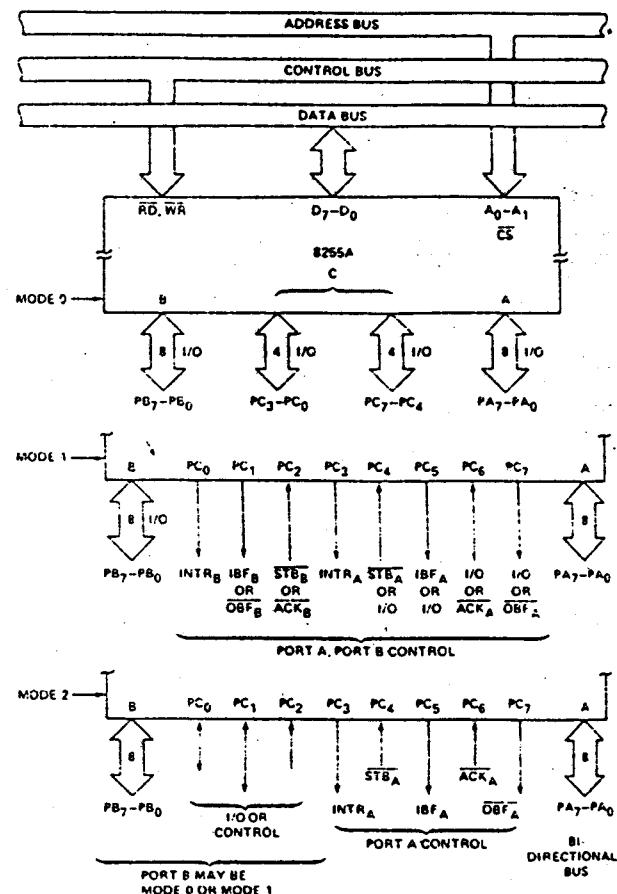
Lima puluh persen dari pin 8255 untuk operasi data masukan atau keluaran. Data ditransfer ke dan dari peralatan luar melalui 3 port 8 bit, yaitu port A (PA0-PA7), port B (PB0-PB7), dan port C (PC0-PC7).

Karakteristik elektronik dan fungsi dari ketiga port ditentukan oleh mode operasi PPI, yang dikontrol melalui program pada register kontrol. Ada 3 mode yang dapat digunakan, yaitu:

¹⁰ Ibid, hal. 12.

1. Masukan dan Keluaran Dasar (Mode 0)

Dalam mode ini 24 jalur I/O dibagi menjadi 2 group 8 jalur (port A dan port B) dan 2 group 4 jalur (port C upper dan port C-lower). Masing-masing group ini dapat diprogram sebagai masukan atau keluaran dasar.



GAMBAR 2-7 ¹¹⁾

MODE OPERASI PPI

2. Masukan dan Keluaran dengan Strobe (Mode 1)

Dalam mode ini PPI menggunakan 2 port 8 bit, port A dan

¹¹⁾ Douglas V. Hall, MICROPROCESSORS AND INTERFACING: PROGRAMMING AND HARDWARE, McGraw-Hill, Singapore, 1986, hal 264.

port B sebagai port masukan atau keluaran satu arah (unidirectional). Masing-masing port transfer data dengan strobe atau handshaking signal pada port C.

3. Masukan/Keluaran Dua Arah dengan Strobe (Mode 2)

Dalam mode ini port A sebagai port dua arah. Lima bit dari port C dipakai sebagai handshaking signal.

Sebagai tambahan masing-masing bit pada port C juga dapat di-set atau di-reset dengan memakai *bit-set/reset control word*.

2.2.2 UNIT PERANTARA MODUL CPU

Untuk menghubungkan PPI 8255 ke CPU, dapat dilakukan dengan menghubungkan bus data CPU ke jalur data dari PPI. \overline{IOW} dan \overline{IOR} dari CPU ke input \overline{WR} dan \overline{RD} dari PPI. Reset, A0, dan A1 dari CPU ke pin-pin PPI yang bersesuaian. Sedangkan untuk pin \overline{CS} , harus diperhatikan pemetaan masukan/keluaran dari sistem mikroprosesor.

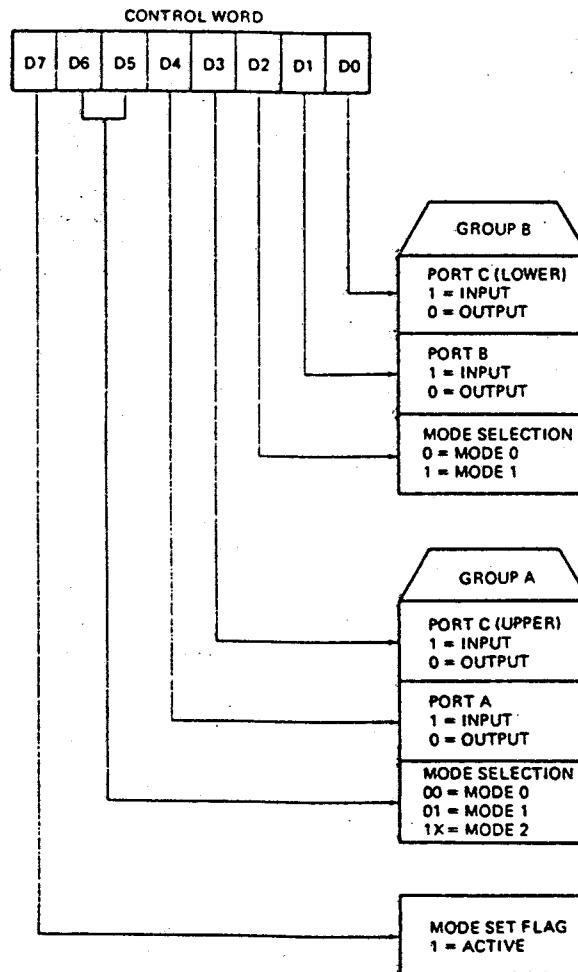
Untuk pemetaan I/O ini perlu diperhatikan bahwa PPI 8255 menempati empat lokasi I/O sesuai dengan jumlah registernya, yaitu register-register PA, PB, PC, dan register kontrol. Keempat register ini dapat diakses dengan pengaturan A0, A1, \overline{RD} , dan \overline{WR} .

2.2.3 UNIT KONTROL INTERNAL

Mode operasi dari port A sampai port C dan operasi set-reset pada port C diatur dengan mode set control word

atau port C bit-set/reset control word yang dikirim ke register kontrol.

Gambar 2-8 menunjukkan format dari mode set control word.



GAMBAR 2-8¹²⁾

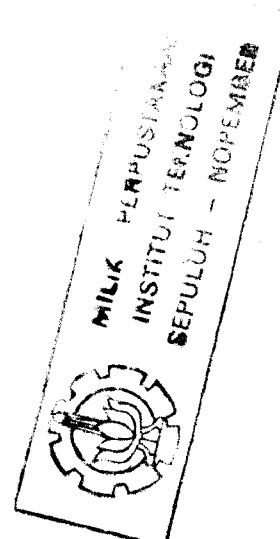
FORMAT MODE SET CONTROL WORD

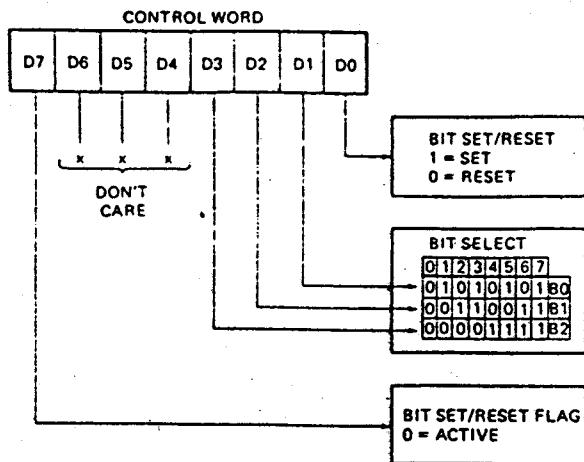
Gambar 2-9 menunjukkan format dari port C bit-set/reset control byte.

port C

12)

Paul F. Goldsborough, op. cit., hal. 45.



GAMBAR 2-9¹³⁾

FORMAT PORT C BIT-SET/RESET CONTROL WORD

2.3 TEKNIK PENGKODEAN

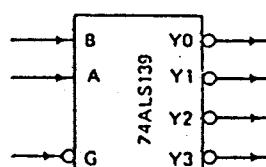
Dalam suatu sistem mikroprosesor, pengaturan lokasi memori (*memory mapping*) dan pengaturan lokasi masukan/keluaran (*I/O mapping*) merupakan hal yang sangat penting. Hal ini disebabkan karena pada satu saat hanya diperbolehkan mengakses satu chip memori atau chip I/O untuk menghindari konflik data. Untuk itu, digunakan suatu cara yang disebut pengkodean yang akan mengkodekan alamat dan menghasilkan sinyal pilih yang akan mengaktifkan Chip Select dari satu chip pada sistem, sementara chip-chip yang lain dalam keadaan tidak aktif. Chip itu dapat berupa chip memori atau chip I/O.

Ada beberapa macam IC yang dapat digunakan sebagai decoder, diantaranya: 74LS138 (3 to 8 decoder), 74LS139 (2

¹³⁾
loc. cit.

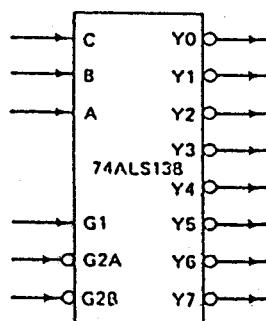
to 4 decoder), 74LS42 (BCD to desimal decoder), ataupun IC pembanding seperti 74LS85, 74LS688 yang alamat pengkodeannya dapat dipilih dengan dip switch.

Dalam Tugas Akhir ini digunakan IC 74LS138 untuk pengkodean alamat I/O.



(a)

| FUNCTION TABLE | | |
|----------------|--------|---|
| INPUTS | | OUTPUTS |
| ENABLE | SELECT | Y ₀ Y ₁ Y ₂ Y ₃ |
| G | B A | Y ₀ Y ₁ Y ₂ Y ₃ |
| H | X X | H H H H |
| L | L L | L H H H |
| L | L H | H L H H |
| L | H L | H H L H |
| L | H H | H H H L |



(b)

| FUNCTION TABLE | | | OUTPUTS | | | | | | | |
|----------------|------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| ENABLE INPUTS | | SELECT INPUTS | Y ₀ | Y ₁ | Y ₂ | Y ₃ | Y ₄ | Y ₅ | Y ₆ | Y ₇ |
| G ₁ | G ₂ * | C B A | | | | | | | | |
| X | H | X X X | H | H | H | H | H | H | H | H |
| L | X | X X X | H | H | H | H | H | H | H | H |
| H | L | L L L | L | L | L | H | H | H | H | H |
| H | L | L L L | H | H | L | H | H | H | H | H |
| H | L | L L L | H | L | H | L | H | H | H | H |
| H | L | L L L | H | H | H | H | L | H | H | H |
| H | L | H L L | L | H | H | H | H | L | H | H |
| H | L | H L L | H | H | H | H | H | H | L | H |
| H | L | H L L | H | H | H | H | H | H | H | L |
| H | L | H H H | H | H | H | H | H | H | H | L |

GAMBAR 2.10¹⁴⁾

PENGKODE 74LS138 DAN 74LS139

- (a) Simbol logika dan tabel kebenaran IC 74LS139
- (b) Simbol logika dan tabel kebenaran IC 74LS138

2.4 TEKNIK PEMBUFERAN

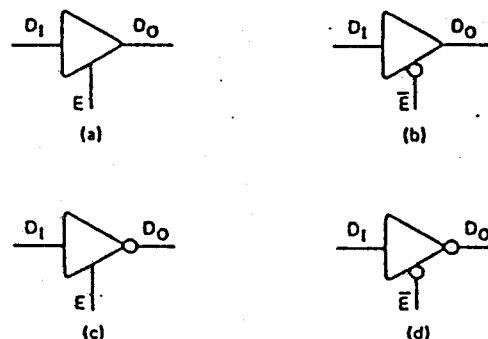
Pembuferan digunakan untuk mengisolasi sinyal

¹⁴⁾

Kenneth L. Short, MICROPROCESSORS AND PROGRAMMED LOGIC, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, 1981, hal. 255.

keluaran dari bus terhadap beberapa masukan yang berbeda yang terhubung padanya. Masukan-masukan tersebut dianggap sebagai beban. Setiap beban yang aktif pada jalur sinyal (bus) cenderung untuk menurunkan kemampuan jalur sinyal untuk menjaga level tegangan agar tetap konstan.

Istilah pembuferan juga digunakan untuk menggambarkan arti penguatan suatu sinyal yang harus men-drive banyak beban. Chip-chip IC yang berfungsi untuk men-drive beban yang besar biasanya disebut *buffer* atau *driver*.



GAMBAR 2-11 ¹⁵⁾

EMPAT JENIS TRI-STATE BUFFER

- (a) Buffer tanpa Pembalik, Enable Aktif Tinggi.
- (b) Buffer tanpa Pembalik, Enable Aktif Rendah.
- (c) Buffer dengan Pembalik, Enable Aktif Tinggi.
- (d) Buffer dengan Pembalik, Enable Aktif Rendah.

Pembuferan juga digunakan untuk mematikan (mem-float-kan) suatu sinyal keluaran agar sinyal keluaran yang lain dapat aktif dan menggunakan jalur sinyal,

sehingga tidak terjadi konflik data di antara kedua sinyal keluaran tersebut. Fungsi ini biasanya dilakukan oleh suatu tristate buffer yang bertindak sebagai *tri-state bus lock*.

Menurut level logika masukan Enable dan keluarannya, tristate buffer dibedakan menjadi empat kategori sebagai berikut:

- (a) Buffer tanpa Pembalik, Enable Aktif Tinggi.
- (b) Buffer tanpa Pembalik, Enable Aktif Rendah.
- (c) Buffer dengan Pembalik, Enable Aktif Tinggi.
- (d) Buffer dengan Pembalik, Enable Aktif Rendah.

Simbol logika untuk keempat macam tri-state buffer tersebut ditunjukkan pada Gambar 2-11.

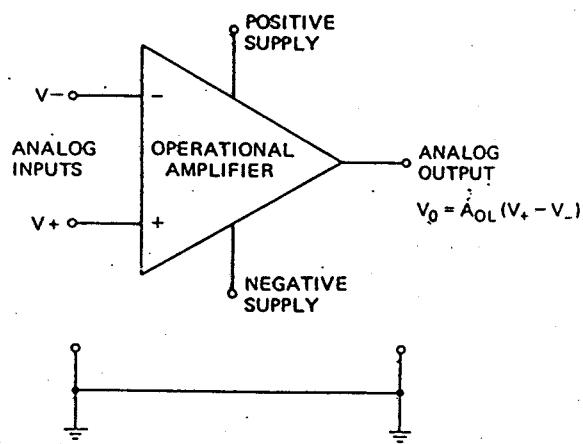
Dalam prakteknya, ada dua jenis pembuferan, yaitu pembuferan untuk bus yang searah (unidirectional) seperti bus alamat dan bus kontrol, dan pembuferan untuk bus yang dua arah (bidirectional) seperti bus data. Untuk bus yang searah dapat digunakan IC 74LS244, sedangkan untuk bus yang dua arah dapat digunakan IC 74LS245.

2.5 OPERATIONAL AMPLIFIER (OP-AMP)

Operational Amplifier (Op-Amp) adalah rangkaian elektronik analog yang dipakai sebagai komponen dalam sistem analog karena harganya yang murah, kemampuan tinggi dan penerapan yang mudah. Operational amplifier atau disebut Op-Amp ini adalah kotak hitam untuk konverter arus

ke tegangan, penguat tegangan, buffer, filter aktif, sample dan hold dan berbagai macam rangkaian pengolah sinyal. Op-Amp ini dikemas dalam bentuk IC dan digunakan sebagai komponen dalam sistem yang lebih besar.

Karakteristik dari Op-Amp adalah penguatan yang tinggi dalam mode rangkaian terbuka, memiliki dua masukan sinyal analog dan satu keluaran sinyal analog. Dua sinyal masukan tersebut berupa *inverting input* dengan simbol \leftarrow dan *non inverting input* dengan simbol \rightarrow . Gambar 2-12 menunjukkan simbol Op-Amp.



GAMBAR 2-12¹⁶⁾

SIMBOL OP-AMP

Dalam perencanaan dan pembuatan alat pendekripsi dan pengukur parameter cuaca ini, hanya akan dibahas Op-Amp ideal, Op-Amp sebagai pembanding, Op-Amp sebagai penguat tanpa pembalik dan Op-Amp sebagai buffer.

¹⁶⁾

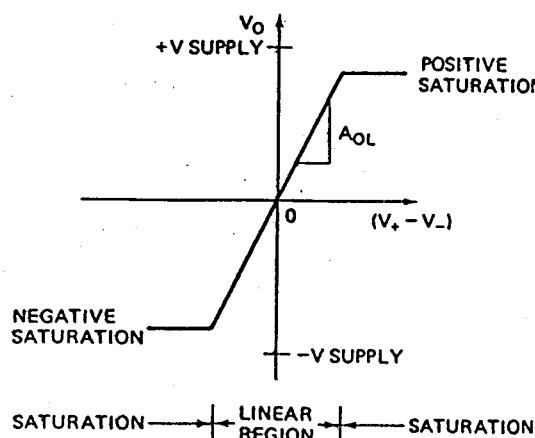
Ibid, hal. 388.

2.5.1 OP-AMP IDEAL

Untuk analisa, biasanya Op-Amp diasumsikan sebagai Op-Amp ideal. Tegangan keluaran Op-Amp ideal adalah fungsi dari diferensial tegangan masukan yaitu $V_+ - V_-$. Ada tiga daerah operasi Op-Amp. Pada daerah linier, tegangan keluaran Op-Amp V_o adalah hasil kali open loop gain A_{OL} dengan diferensial tegangan masukan ($V_+ - V_-$).

$$V_o = A_{OL} (V_+ - V_-)$$

Daerah ini ditunjukkan oleh garis miring dengan kemiringan A_{OL} pada gambar 2-13. Dua daerah yang lain adalah daerah saturasi. Dalam daerah ini tegangan keluaran V_o adalah tegangan saturasi positif atau negatif dan bukan merupakan fungsi linier dari $V_+ - V_-$.

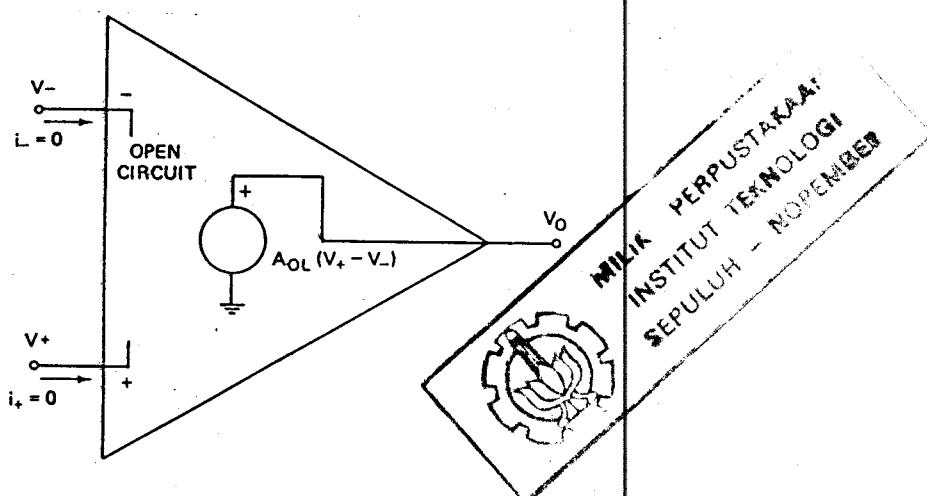


GAMBAR 2-13 ¹⁷⁾

KARAKTERISTIK RANGKAIAN TERBUKA

¹⁷⁾ loc. cit.

Impedansi masukan pada inverting dan non inverting input di asumsikan tidak terhingga pada Op-Amp ideal. Oleh karena itu, tidak ada arus pada terminal ini ($i_- = i_+ = 0$). Impedansi keluaran Op-Amp ideal diasumsikan 0Ω . Rangkaian ekivalen sederhana untuk Op-Amp ideal pada daerah linier ditunjukkan pada gambar 2-14.



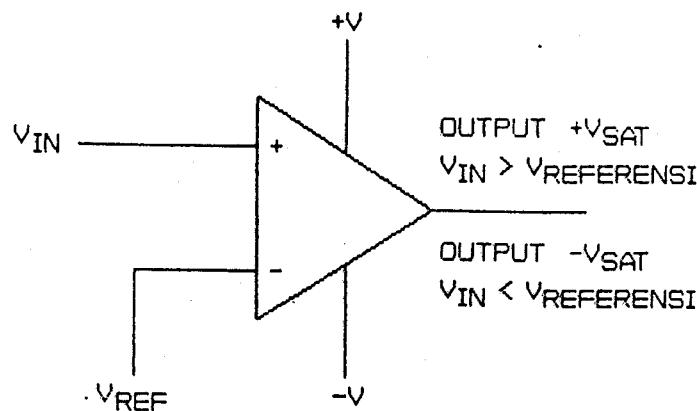
GAMBAR 2-14¹⁸⁾

RANGKAIAN EKIVALEN OP-AMP IDEAL

2.5.1 OP-AMP SEBAGAI PEMBANDING

Op-Amp dengan rangkaian terbuka menguatkan beda tegangan non inverting input(+) terhadap inverting input(-) sebesar 100.000 kali atau lebih, dengan pembatasan tegangan keluaran maksimum sebesar $+V_{sat}$ dan tegangan keluaran minimum sebesar $-V_{sat}$. Atas dasar prinsip ini Op-Amp dapat dipakai sebagai pembanding.

¹⁸⁾ Ibid, hal. 389.

GAMBAR 2-15¹⁹⁾

OPERATIONAL AMPLIFIER SEBAGAI PEMBANDING

Dalam rangkaian ini Op-Amp membandingkan tegangan non inverting input(+) terhadap tegangan inverting input(-) dan memberikan keluaran tinggi atau rendah tergantung hasil perbandingan. Jika non inverting input(+) lebih besar beberapa mikrovolt di atas tegangan referensi pada inverting input(-), output akan $+V_{SAT}$. Jika non inverting input(+) lebih kecil beberapa mikrovolt di bawah tegangan referensi, keluaran akan $-V_{SAT}$.

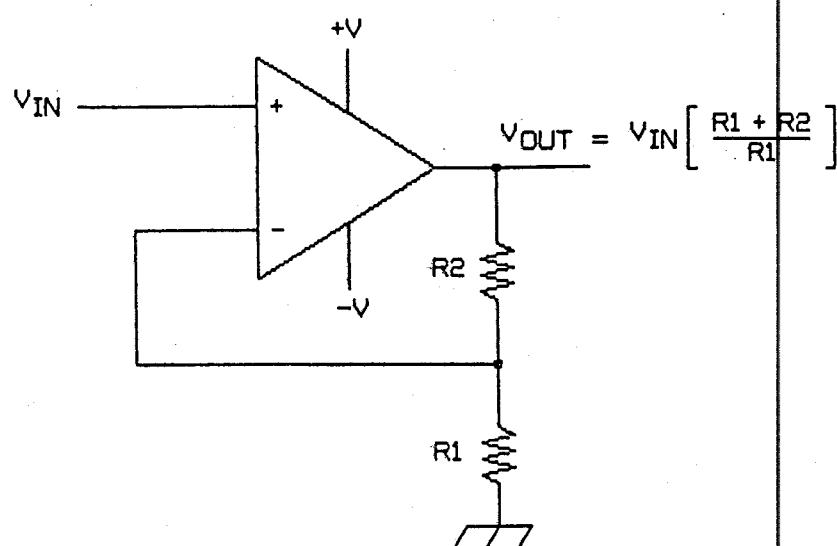
2.5.2 OP-AMP SEBAGAI PENGUAT TANPA PEMBALIK

Ketika Op-Amp dioperasikan dalam mode rangkaian terbuka (tidak ada feedback pada inverting input), Op-Amp memiliki penguatan yang sangat tinggi tapi tidak dapat ditentukan besarnya. Ini dapat digunakan sebagai

¹⁹⁾ Douglas V. Hall, op. cit, hal. 312.

pembanding, tetapi tidak dapat digunakan sebagai penguat dengan penguatan tertentu.

Gambar 2-16 menunjukkan rangkaian Op-Amp yang dipakai sebagai penguat tanpa pembalik dengan penguatan tertentu.



GAMBAR 2.16 ²⁰⁾

OP-AMP SEBAGAI PENGUAT TANPA PEMBALIK

Jika $V_{in} = 0$ V maka $V_{out} = 0$ V dan tegangan pada input(-) adalah 0 V. Jika diberi tegangan dc signal pada non inverting input, maka perbedaan kedua masukan akan diperkuat 100.000 kali dan keluaran membesar. Pada saat tegangan keluaran membesar, tegangan ini di umpan balikkan pada inverting input(-) melalui tahanan pembagi tegangan. Umpan balik ini akan mengurangi perbedaan tegangan antara kedua masukan. Akhirnya rangkaian akan mencapai titik kesetimbangan dimana tegangan pada inverting input sangat

²⁰⁾ loc. cit.

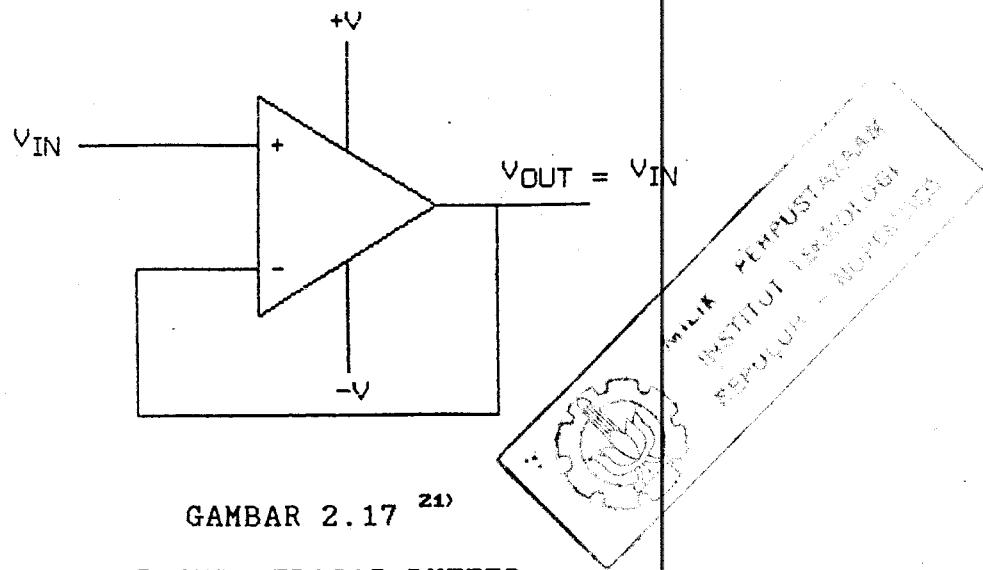
berdekatan dengan tegangan pada non inverting input. Jika dianggap tegangan antara kedua masukan sama maka

$$V_{out} = \frac{V_{in}(R_1+R_2)}{R_1}$$

2.5.3 OP-AMP SEBAGAI BUFFER

Op-Amp sebagai rangkaian penguat tanpa pembalik memiliki impedansi masukan yang sangat tinggi dan impedansi keluaran yang rendah, sehingga dapat dipakai sebagai buffer (penyangga).

Gambar 2-17 menunjukkan Op-Amp sebagai buffer



Dengan menganggap tegangan kedua input sama maka

$$V_{out} = V_{in}$$

²¹⁾ Kenneth L. Short, op. cit, hal. 301.

B A B 3

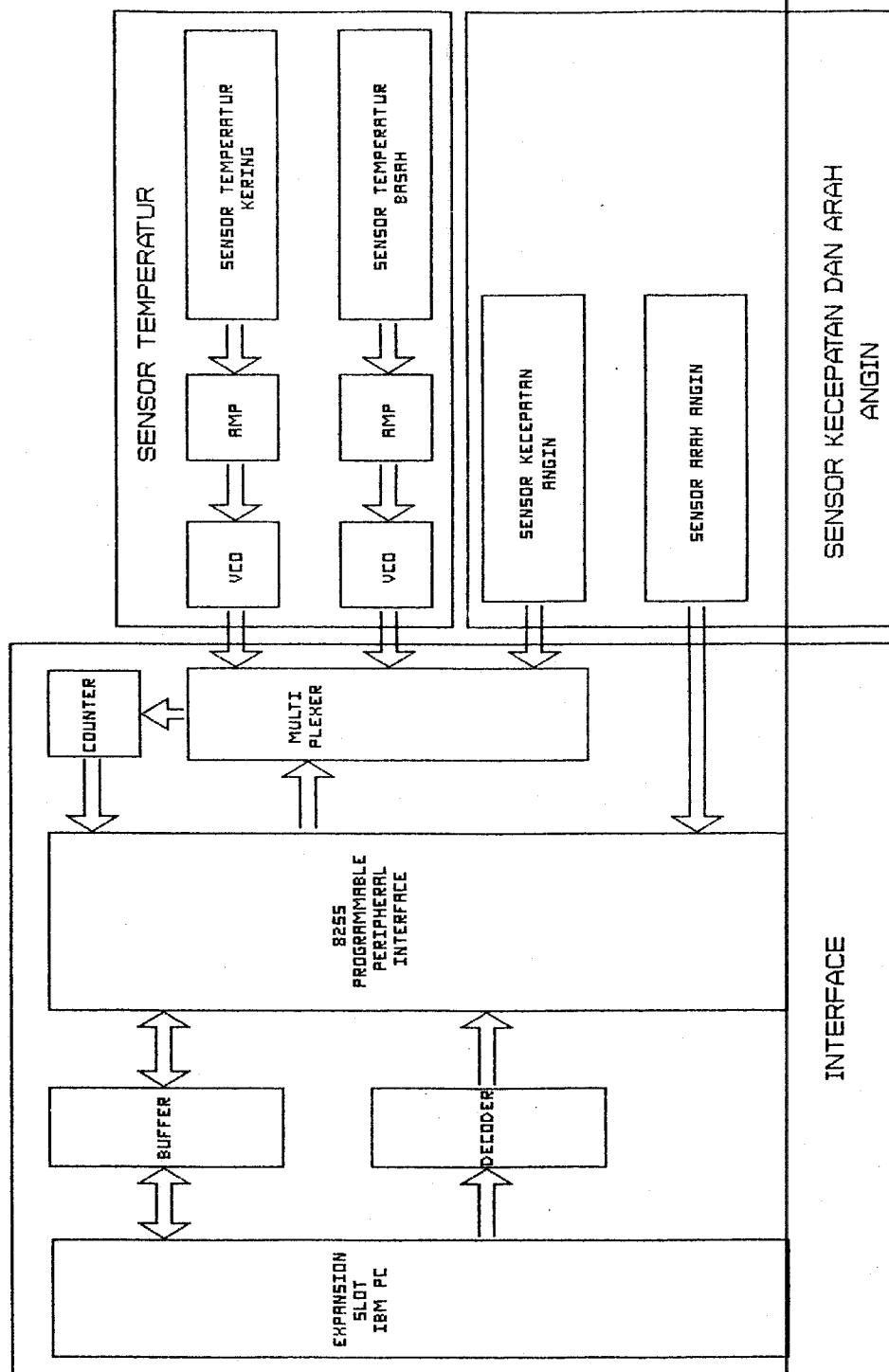
PERENCANAAN DAN PEMBUATAN PERANGKAT KERAS

Perencanaan dan pembuatan perangkat keras alat pendeksi dan pengukur parameter cuaca ini dibagi atas tiga modul rangkaian, yaitu:

1. Modul Interface, berisi rangkaian yang berfungsi sebagai perantara antara alat pengukur parameter cuaca dengan mikrokomputer IBM PC melalui slot ekspansi.
2. Modul Sensor Temperatur dan Kelembaban Relatif, berisi rangkaian yang mengolah besaran temperatur menjadi sinyal yang diinginkan.
3. Modul Sensor Arah dan Kecepatan Angin, berisi rangkaian yang mengolah besaran arah angin dan kecepatan angin menjadi sinyal yang diinginkan.

Blok diagram perangkat keras alat yang direncanakan dapat dilihat pada gambar 3-1.

Sensor temperatur terdiri atas dua sensor yaitu sensor temperatur kering dan sensor temperatur basah. Kedua sensor tersebut memiliki output berupa tegangan analog. Semakin tinggi temperatur udara, semakin besar pula tegangan output sensor. Tegangan output dari kedua sensor temperatur kemudian dikuatkan dengan menggunakan amplifier dan outputnya diumpulkan pada input VCO (*Voltage*



GAMBAR 3-1

BLOK DIAGRAM PERANGKAT KERAS

Controlled Oscillator). VCO merubah tegangan input menjadi gelombang kotak yang frekuensinya merupakan fungsi dari tegangan input. Dengan cara itu besaran temperatur diubah menjadi besaran frekuensi gelombang kotak.

Sensor kecepatan angin memiliki output berupa besaran frekuensi gelombang kotak. Semakin cepat angin bergerak maka semakin besar pula frekuensi gelombang kotak yang dikeluarkan.

Sensor arah angin memiliki output berupa kode-kode digital yang menunjukkan arah angin pada suatu saat.

Gelombang kotak yang dihasilkan oleh ketiga sensor yaitu sensor temperatur kering, sensor temperatur basah, dan sensor kecepatan angin diinputkan pada counter melalui pemilih multiplexer. Multiplexer berfungsi untuk memilih salah satu dari ketiga output sensor pada suatu saat. Counter berfungsi untuk mencacah/menghitung pulsa gelombang kotak yang dipilih multiplexer dalam jangka waktu tertentu. Output dari counter berupa besaran digital sehingga dapat dimasukkan pada bus data mikrokomputer IBM PC melalui PPI 8255 (*Programmable Peripheral Interface 8255*).

Output sensor arah angin langsung dihubungkan dengan PPI 8255 untuk dimasukkan dalam mikrokomputer IBM PC. Hal ini dapat dilakukan karena output sensor arah angin sudah merupakan besaran digital.

PPI 8255 berhubungan dengan mikrokomputer IBM PC melalui slot ekspansi yang terdapat pada mikrokomputer tersebut. Hubungan antara PPI 8255 dengan slot ekspansi

dibantu oleh pengkodean dan buffer. Pengkodean berfungsi untuk mengaktifkan PPI 8255 pada suatu saat sesuai dengan alamat port yang direncanakan. Buffer berfungsi sebagai penyangga signal-signal diperlukan.

3.1 MODUL INTERFACE

3.1.1 SLOT EKSPANSI IBM PC

Papan sistem IBM PC memiliki delapan slot ekspansi (I/O channel). Setiap slot merupakan konektor 62 pin yang memiliki konfigurasi pin yang tepat sama, sehingga masing-masing dapat mengakses memori atau I/O yang sama. Sistem yang direncanakan diinterfacekan melalui salah satu slot yang kosong pada IBM PC. Konfigurasi slot tersebut ditunjukkan pada Gambar 3-2.

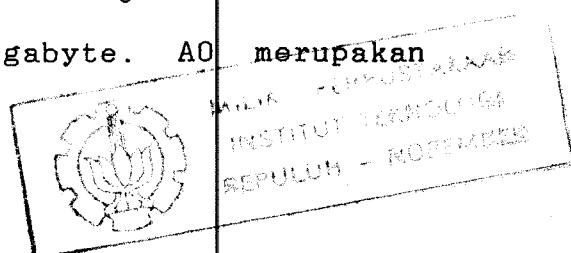
Dalam perencanaan Tugas Akhir ini, tidak semua dari pin-pin tersebut digunakan, melainkan hanya beberapa pin saja yang akan dijelaskan berikut ini:

1. AO-A19 (Alamat Bit 0 sampai 19)

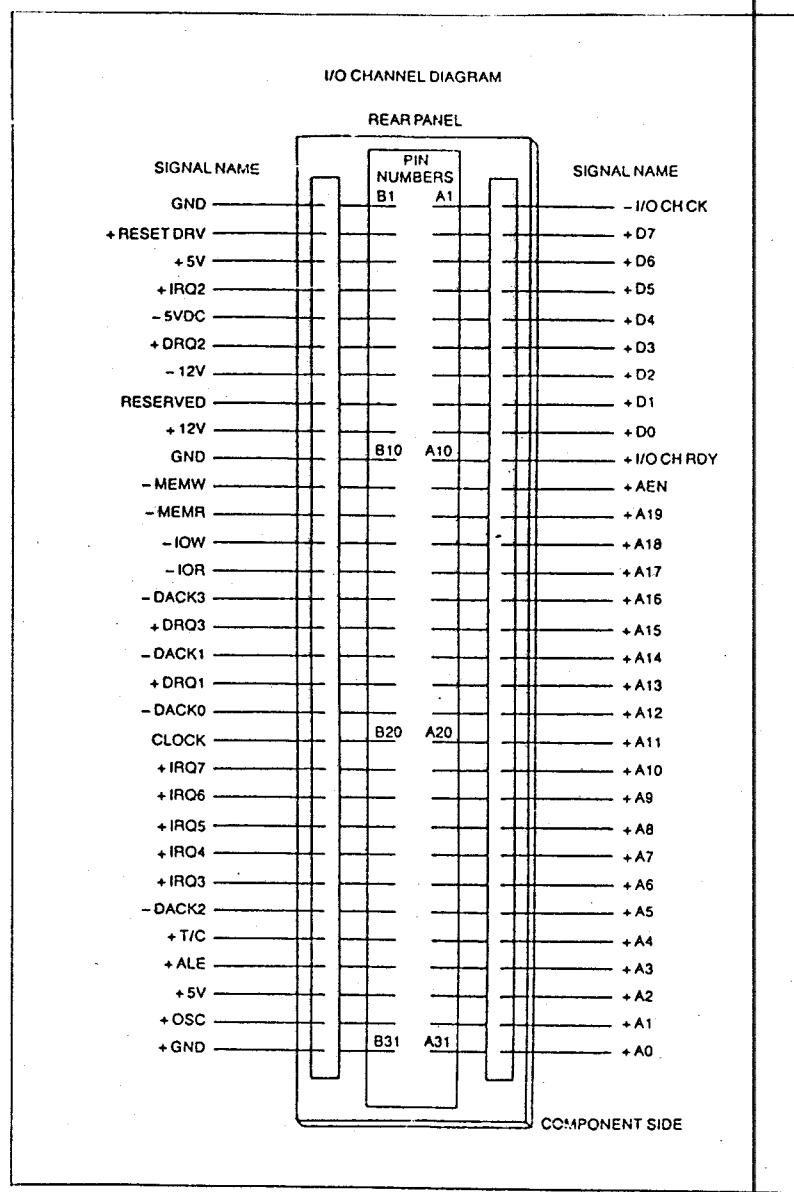
Jalur-jalur ini digunakan untuk mengalamatkan memori dan peralatan I/O di dalam sistem. Jalur-jalur alamat ini dapat meng-akses memori sebesar 1 Megabyte. A0 merupakan LSB sedangkan A19 merupakan MSB.

2. DO-D7 (Data Bit 0 sampai 7)

Jalur-jalur ini digunakan oleh CPU, memori, atau peralatan I/O sebagai data bus. D0 merupakan LSB



sedangkan D7 merupakan MSB.



GAMBAR 3-2 ²²⁾

KONFIGURASI SLOT EKSPANSI IBM PC

3. AEN (Address Enable)

Jalur ini digunakan untuk menghentikan kontrol CPU maupun peralatan yang lain terhadap I/O Channel, sehingga memungkinkan terjadinya transfer DMA. Jalur ini aktif tinggi, pengontrol DMA telah mengambil alih kontrol atas bus alamat, bus data, serta jalur pembacaan/penulisan perintah (IOR, IOW, MEMR, MEMW).

4. IOR (I/O Read Command)

Jalur ini digunakan untuk memerintahkan suatu peralatan I/O agar membaca data yang terdapat pada bus data. Jalur ini aktif rendah.

5. IOW (I/O Write Command)

Jalur ini digunakan untuk memerintahkan suatu peralatan I/O agar menempatkan data pada bus data. Jalur ini aktif rendah.

6. RESET DRV (Reset Driver)

Jalur ini digunakan untuk mereset atau meng-inisialisasi sistem pada saat power-up. Jalur ini aktif tinggi.

7. Jalur-jalur Tegangan DC

Pada slot IBM PC tersedia jalur-jalur tegangan: +5 Vdc, -5 Vdc, +12 Vdc, -12 Vdc, dan GND (Ground).

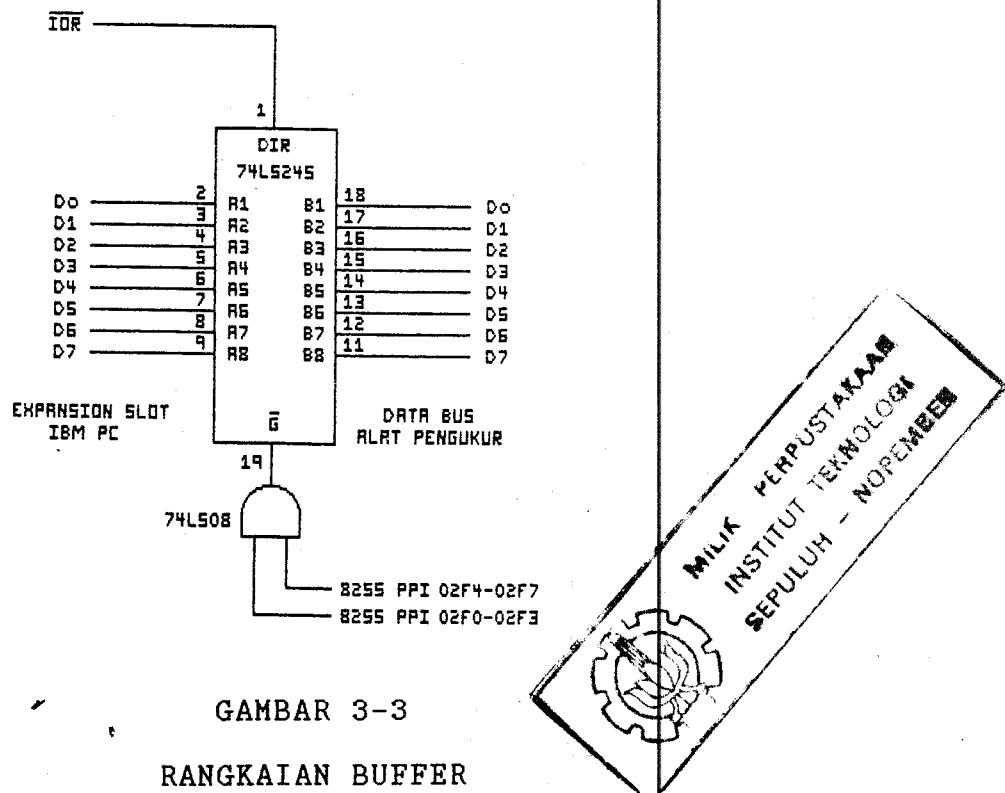
3.1.2 BUFFER

Buffer yang digunakan di sini adalah tri-state buffer yaitu IC 74LS245. Buffer ini digunakan untuk mematikan

(mem-float) bus data dari peralatan pengukuran, kecuali pada saat memasukkan data dari atau mengeluarkan data ke alat pengukuran.

Buffer ini juga digunakan untuk perluasan peralatan dikemudian hari yang diperlukan untuk men-drive beban yang besar.

Rangkaian buffer yang dipergunakan ditunjukkan pada gambar 3-3.



GAMBAR 3-3

RANGKAIAN BUFFER

Berdasarkan tabel kebenaran 74LS245 yang ditunjukkan Tabel 3-1, rangkaian ini bekerja sebagai berikut:

Jika IOR dalam keadaan 'rendah' maka data B dibuffer ke A dalam operasi I/O READ. Jika IOR dalam keadaan 'Tinggi' maka data A dibuffer ke B dalam operasi I/O WRITE.

Buffer ini dalam keadaan aktif atau 'high impedance' berdasarkan atas aktif atau tidaknya PPI 8255 yang digunakan. Jika PPI 8255 dipergunakan untuk memasukkan data ke atau mengeluarkan data dari mikrokomputer maka buffer ini akan aktif. Jika tidak maka buffer berada dalam keadaan 'high impedance'.

TABEL 3-1 TABEL KEBENARAN IC 74LS245

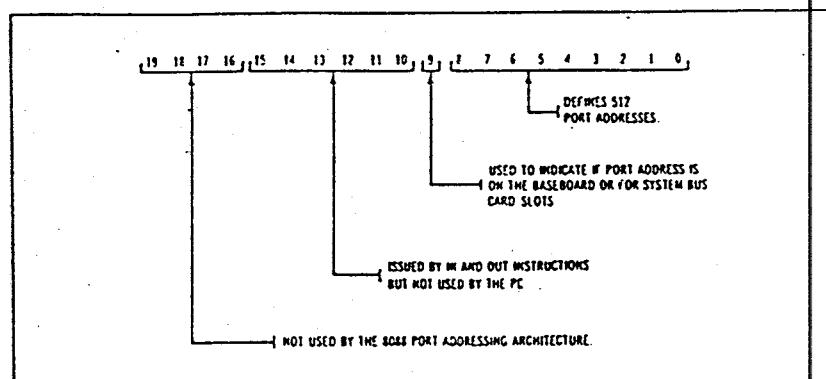
| \bar{G} | DIR | OPERASI | |
|-----------|-----|-----------------|--|
| L | L | Data B ke bus A | |
| L | H | Data A ke bus B | |
| H | X | High Impedance | |

3.1.3 PENGKODE

Peralatan-peralatan penunjang dan I/O adapter dalam mikrokomputer IBM PC dikontrol oleh mikroprosesor 8088 dengan menggunakan instruksi IN dan OUT pada port I/O. Masing-masing port I/O ini diberi alamat port sesuai dengan besarnya alamat port I/O yang disediakan oleh mikroprosesor 8088. Data dapat dikirim ke port ini dengan menggunakan instruksi OUT. Data dapat dibaca atau diterima dari port ini dengan menggunakan instruksi IN.

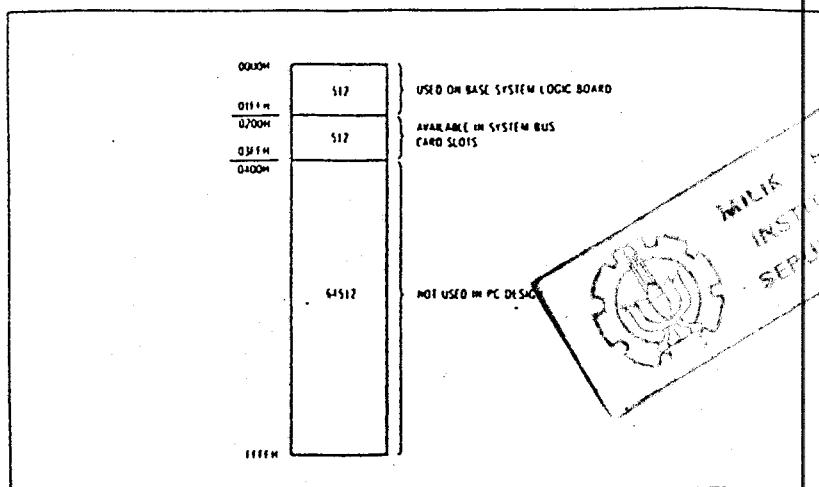
Arsitektur dari mikroprosesor 8088 mampu memberi alamat port sebanyak 65.536 alamat, tetapi design mikrokomputer IBM PC tidak menggunakan seluruh alamat port ini. Hanya 10 bit terendah pada alamat port mikroprosesor

8088 digunakan pada mikrokomputer IBM PC, sehingga mampu



GAMBAR 3-4²³⁾

ALAMAT PORT I/O



GAMBAR 3-5²⁴⁾

PEMETAAN PORT I/O PADA MIKROKOMPUTER IBM PC

memberi alamat sebanyak 1024 alamat port seperti yang terlihat pada gambar 3-4. Alamat port itu dibagi dua

²³⁾ Lewis C. Eggebrecht, op. cit, hal. 126.

²⁴⁾ Ibid, hal. 127.

yaitu alamat port 0000-01FF digunakan pada papan sistem IBM PC dan alamat port 0200-03FF digunakan pada slot card bus sistem. Pemetaan port I/O pada mikrokomputer IBM PC ini dapat dilihat pada gambar 3-5.

Gambar 3-6 menunjukkan pemetaan I/O pada papan sistem. Gambar 3-7 menunjukkan pemetaan I/O pada slot card.

| MER RANGE DECODED | MER ADDRESS USED | FUNCTION |
|--------------------------------------|------------------|-----------------------------------|
| 0000H | 32 | |
| 001FH | 16 | DMA CHIP (8237 5) |
| 0020H | 32 | INTERRUPT CHIP (8259 A) |
| 003FH | 2 | |
| 0040H | 32 | TIMER COUNTER CHIP (8253 5) |
| 005FH | 4 | |
| 0060H | 32 | PPI CHIP (8255A 5) |
| 007FH | 32 | |
| 0080H | 32 | DMA PAGE REGISTERS (5M74LS670) |
| 009FH | 32 | |
| 00AH | 1 | NMI MASK BIT |
| 00BH | 320 | |
| 00CH | | |
| 01FFH | | |
| PC SYSTEM BOARD | | |
| NO SPACE | | |
| NOT DECODED OR USED ON THE BASEBOARD | | |

GAMBAR 3-6 ²⁵⁾
PEMETAAN PORT I/O PADA PAPAN SISTEM

Berdasarkan atas pemetaan port I/O ini dipilih alamat port 02F0-02F7 untuk alat pendekripsi dan pengukur parameter cuaca yang direncanakan, sebab alamat tersebut

²⁵⁾ Ibid, hal. 128.

tidak dipergunakan oleh salah satu card slot.

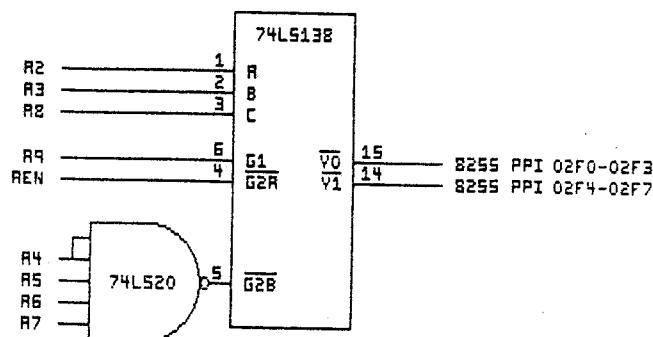
Untuk menghindari konflik data pada operasi I/O maka hanya satu port I/O yang boleh aktif pada suatu saat sesuai dengan alamat port I/O yang diinginkan. Oleh sebab itu diperlukan pengkode untuk mengkodekan alamat I/O yang mengaktifkan salah satu chip port I/O. Dalam perencanaan dan pembuatan alat di sini dipakai PPI 8255, pengkode digunakan untuk mengaktifkan pin CS dari PPI 8255.

| HEX ADDRESS | USES |
|---------------|--|
| 0200H | 1 |
| 0201H | 1 |
| 0202H | 111 |
| 0277H | 1 |
| 0278H | 1 |
| 027FH | 1 |
| 0280H | 120 |
| 0281H | 120 |
| 0282H | 1 |
| 0283H | 1 |
| 0300H | 120 |
| 0317H | 1 |
| 0318H | 1 |
| 031FH | 1 |
| 0320H | 111 |
| 03AFH | 1 |
| 0380H | 16 |
| 038FH | 16 |
| 03COM | 111 |
| 03CFH | 16 |
| 03D0H | 16 |
| 03DFH, | 16 |
| 03E0H | 15 |
| 03EFH | 1 |
| 03FH | 1 |
| 03F7H | 1 |
| 03F8H | 1 |
| 03FFH | 1 |
| 0200H | NOT USED |
| 0201H | GAME CONTROL ADAPTER |
| 0202H - 0277H | NOT USED |
| 0278 - 027FH | SECOND PRINTER PORT ADAPTER |
| 0280H - 0281H | NOT USED |
| 0283H - 02FFH | SECOND SERIAL PORT ADAPTER CARD |
| 0300H - 0317H | NOT USED |
| 0318H - 031FH | PRINTER PORT ADAPTER CARD |
| 0320H - 03AFH | NOT USED |
| 0380H - 038FH | MONOCHROME AND PRINTER ADAPTER |
| 03COM - 03CFH | NOT USED |
| 03D0H - 03DFH | COLORGRAPHICS ADAPTER |
| 03EFH - 03FH | NOT USED |
| 03FH - 03F7H | 5 1/4 INCH DISAETTE DRIVE ADAPTER CARD |
| 03F8H - 03FFH | SERIAL PORT ADAPTER CARD |

NOTE: NEW FEATURES BY IBM AND OTHER MANUFACTURERS MAY USE SOME OF THE SPARE 40 ADDRESS DECODES

GAMBAR 3-7 ²⁶⁾
PEMETAAN PORT I/O PADA CARD SLOT

Rangkaian pengkode yang dipergunakan terdapat pada gambar 3-8. Berdasarkan tabel kebenaran dari IC 74LS138 seperti pada gambar 2-10 maka \overline{CS} salah satu dari PPI 8255 hanya aktif dengan alamat 02F0-02F3 dan yang lain dengan alamat 02F4-02F7.



GAMBAR 3.8

RANGKAIAN PENGKODE

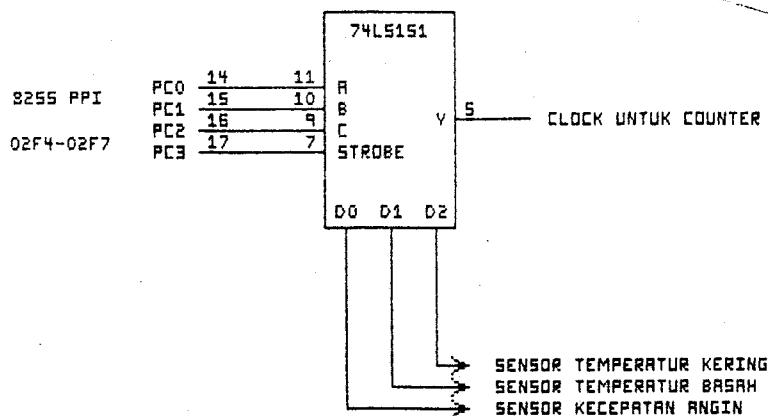
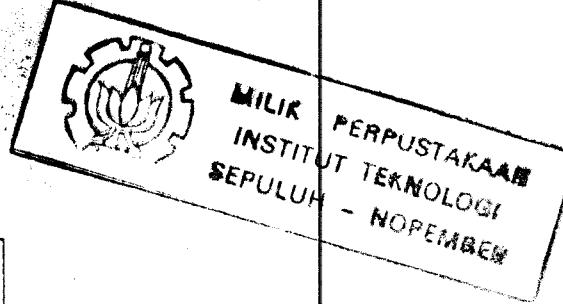
Di sini signal AEN juga dipergunakan untuk mengkodekan alamat port. Hal ini dirasa perlu untuk menghindari kesalahan alamat port pada saat DMA cycle.

3.1.4 MULTIPLEXER

Perangkat keras pada alat yang direncanakan mempergunakan multiplexer 74LS151. Multiplexer tersebut digunakan untuk memilih data yang akan masuk ke dalam counter sesuai dengan tabel kebenaran 74LS151. Rangkaian multiplexer yang dipergunakan terdapat pada gambar 3-9.

Di sini multiplexer 74LS151 dipakai untuk memilih input counter yaitu kecepatan angin, temperatur basah dan temperatur kering dengan menggunakan PC0-PC3 dari PPI 8255

dengan alamat 02F6.



GAMBAR 3-9

RANGKAIAN MULTIPLEXER 74LS151

Berdasarkan atas tabel kebenaran dari 74LS151 pada diperoleh data seperti Tabel 3-2.

TABEL 3-2 TABEL KEBENARAN INPUT COUNTER

| PC3 | PC2 | PC1 | PC0 | INPUT COUNTER |
|-----|-----|-----|-----|-------------------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | kecepatan angin |
| 0 | 0 | 0 | 1 | temperatur basah |
| 0 | 0 | 1 | 0 | temperatur kering |

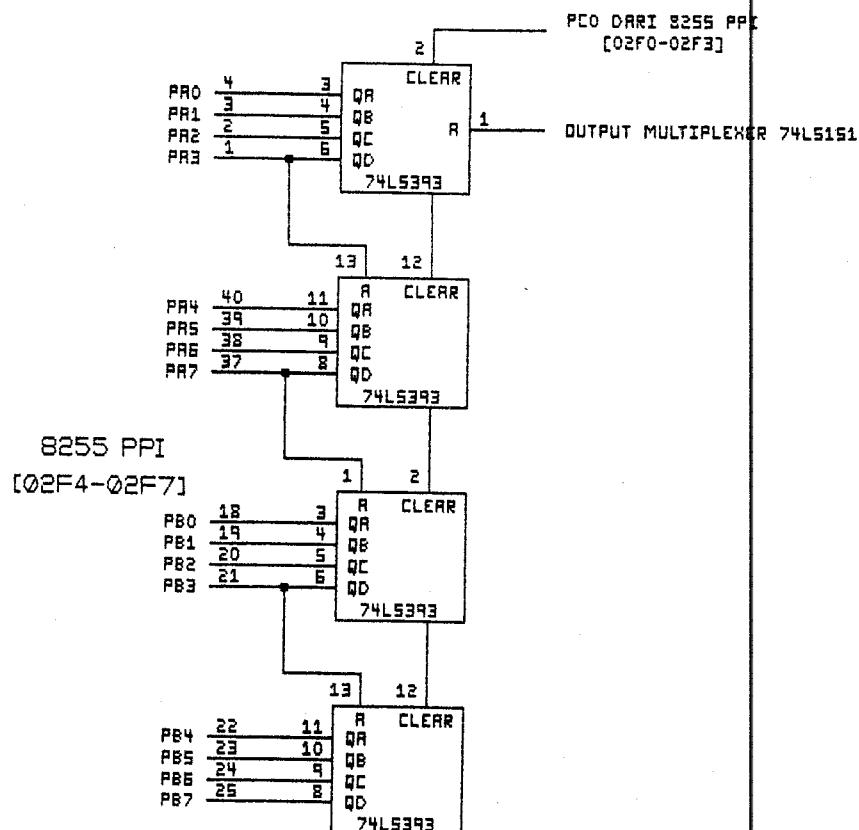
3.15 COUNTER

Peralatan pengukuran ini juga mempergunakan empat buah counter 4 bit yang dirangkai sedemikian rupa sehingga membentuk counter 16 bit. Counter ini dipergunakan untuk menghitung pulsa dari sensor kecepatan angin, temperatur

basah dan temperatur kering dalam jangka waktu tertentu.

Delapan bit terendah dari output counter tersebut dimasukkan ke mikrokomputer melalui PA0-PA7 PPI 8255 dengan alamat port 02F4. Delapan bit yang lain dimasukkan melalui PB0-PB7 PPI 8255 dengan alamat port 02F5. Counter di-clear dengan mempergunakan PC0 PPI 8255 dengan alamat port 02F2.

Gambar 3-10 menunjukkan rangkaian counter yang dipergunakan.



GAMBAR 3-10
RANGKAIAN COUNTER

3.1.6 PERANTARA PERIFERAL YANG DAPAT DIPROGRAM 8255

Alat pendeksi dan pengukur parameter cuaca ini

menggunakan dua buah chip 8255 PPI. PPI pertama memiliki alamat 02F0-02F3. PPI ke-dua memiliki alamat 02F4-02F7. Alamat itu dipilih berdasarkan atas I/O port map yang terdapat pada IBM PC seperti yang dijelaskan di atas.

Tabel 3-3 menunjukkan bit-bit PPI yang dipakai.

TABEL 3-3 BIT-BIT PPI 8255 YANG DIPAKAI

| Bit yang dipakai | Alamat port | Keterangan |
|------------------------|--------------|----------------------------|
| PB0 - PB4 | 02F1 | input sensor arah angin |
| PC0 | 02F2 | output untuk clear counter |
| PA0 - PA7 PB0 - PB7 | 02F4 02F5 | input counter |
| PC0 - PC3 | 02F6 | output untuk multiplexer |

Sinyal Reset Drive pada slot ekspansi dihubungkan dengan pin RST pada PPI 8255 agar direset pada saat *power on*. Hubungan input dan output pada PPI dikontrol mikroprosesor 8088 dengan sinyal kontrol *IOR* dan *IOW* pada slot ekspansi. Sinyal *IOR* dihubungkan dengan pin *RD* PPI 8255 dan sinyal *IOW* dihubungkan dengan pin *WR* PPI 8255.

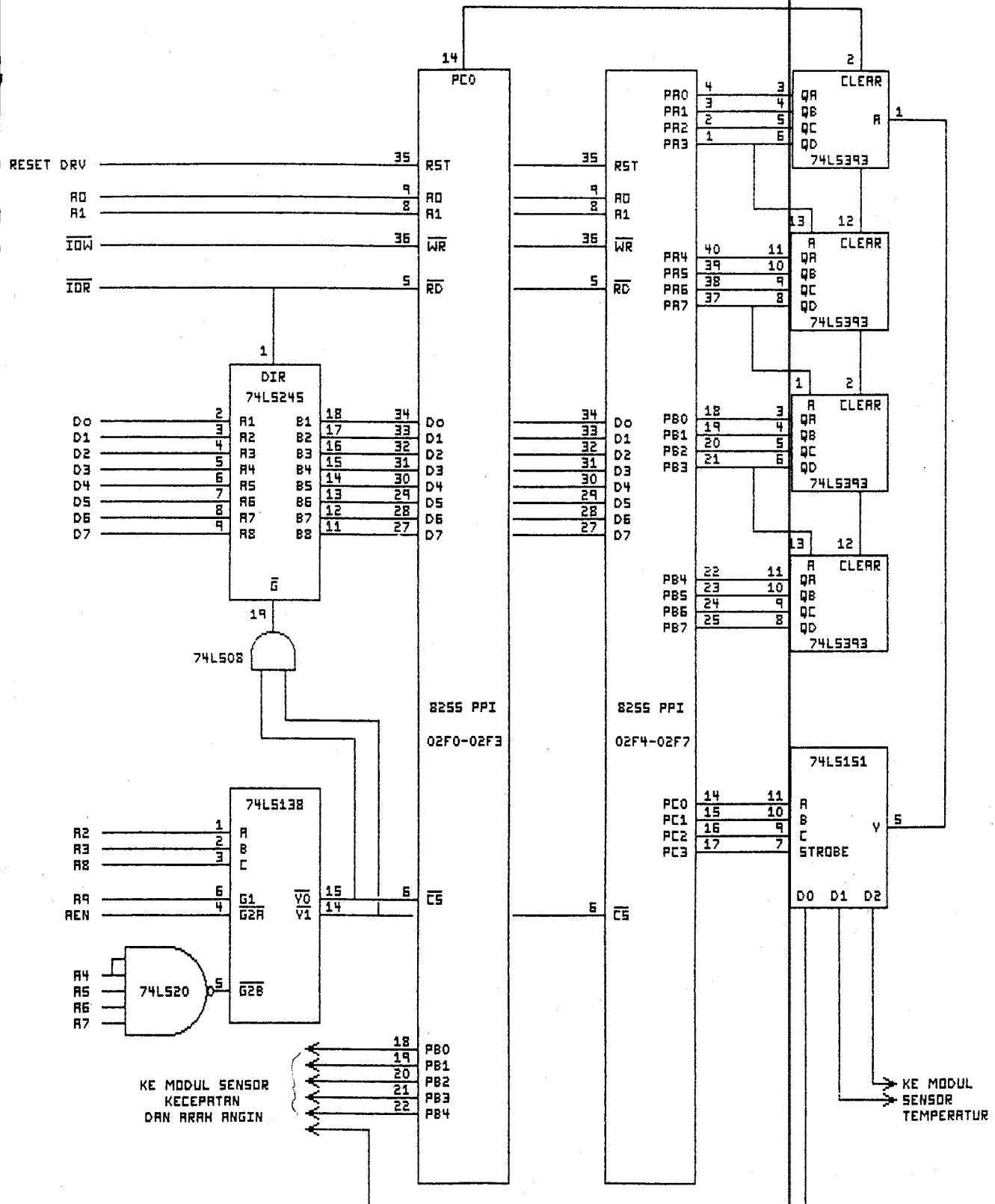
Tabel 3-4 menunjukkan tabel operasi PPI 8255.

Rangkaian lengkap modul interface ini dapat dilihat pada gambar 3-11. Cara kerja dari modul interface ini adalah sebagai berikut:

TABEL 3-4 OPERASI PPI 8255

| A1 | AO | \bar{RD} | \bar{WR} | \bar{CS} | OPERASI |
|----|----|------------|------------|------------|------------------------------------|
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | PORT A \longrightarrow DATA BUS |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | PORT B \longrightarrow DATA BUS |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | PORT C \longrightarrow DATA BUS |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | DATA BUS \longrightarrow PORT A |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | DATA BUS \longrightarrow PORT B |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | DATA BUS \longrightarrow PORT C |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | DATA BUS \longrightarrow CONTROL |
| X | X | X | X | 1 | DATA BUS \longrightarrow 3 STATE |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | KONDISI TIDAK BENAR |
| X | X | 1 | 1 | 0 | DATA BUS \longrightarrow 3 STATE |

1. PC0 - PC3 dengan alamat 02F6 digunakan sebagai output untuk memilih pengukuran yang diperlukan baik berupa kecepatan angin, temperatur kering ataupun temperatur basah
2. Output dari multiplexer dipakai sebagai clock counter.
3. PC0 dengan alamat 02F2 digunakan sebagai output untuk meng-clear-kan counter.
4. Setelah delay dengan waktu tertentu PA0 - PA7 dengan



GAMBAR 3-11
RANGKAIAN MODUL INTERFACE

alamat 02F4 dan PBO - PB7 dengan alamat 02F5 mengambil data counter dan memasukkannya ke dalam mikrokomputer IBM PC.

3.2 MODUL SENSOR TEMPERATUR DAN KELEMBABAN RELATIF

3.2.1 SENSOR TEMPERATUR

Sensor temperatur yang digunakan pada direncanakan berupa IC sensor. IC sensor beberapa keuntungan dibanding dengan sensor alat yang memiliki yang lain yaitu:²⁷⁾

1. Paling linier.
2. Output dapat berupa tegangan atau arus.
3. Murah harganya.

Kerugian IC sensor temperatur adalah:²⁸⁾

1. Temperatur lebih kecil dari 200 °C.
2. Diperlukan catu daya.
3. Lambat.
4. Memanaskan dirinya sendiri.

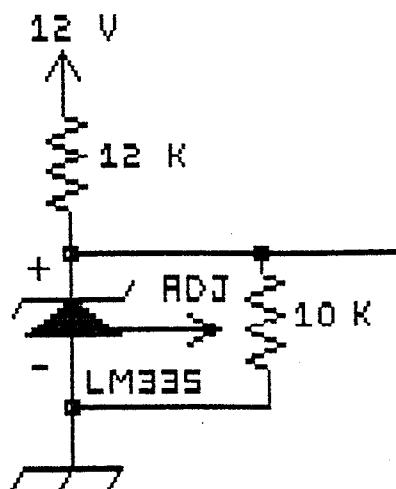
IC sensor yang dipakai pada peralatan ini adalah IC

²⁷⁾ Charles A. Schuler; William L. INDUSTRIAL ELECTRONICS AND ROBOTICS, Book Co., Singapore, 1986, hal. 214.
²⁸⁾ loc. cit.

McNamee,
McGraw-Hill

LM335 sensor temperatur yang dibuat oleh National Semiconductor. IC ini beroperasi sebagai zener dua terminal dengan breakdown voltage sebanding dengan temperatur absolut dengan perubahan $10 \text{ mV}/{}^\circ\text{K}$. Jika dikalibrasi pada $25 {}^\circ\text{C}$, IC ini memiliki error yang lebih kecil dari $1 {}^\circ\text{C}$ pada jangkauan $100 {}^\circ\text{C}$.

Rangkaian sensor temperatur yang digunakan terdapat pada gambar 3-12.



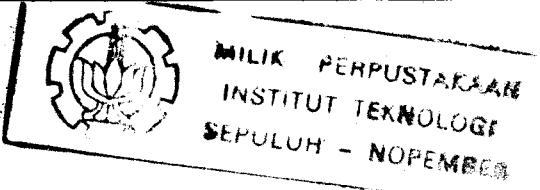
GAMBAR 3-12

RANGKAIAN SENSOR TEMPERATUR LM335.

Output rangkaian tersebut dikalibrasi 2,98 V pada $25 {}^\circ\text{C}$. Kesalahan pada tegangan output hanya kesalahan slope. Oleh sebab itu kalibrasi slope pada salah satu temperatur akan membetulkan kesalahan seluruh temperatur.

3.2.2 SENSOR KELEMBABAN RELATIF

Kelembaban adalah kandungan uap air di udara.

TABEL 3-5²⁹ KELEMBABAN RELATIF

(Difference between readings of wet and dry bulbs, °F)

| Dry bulb minus wet bulb, °F: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | | | | | | |
|------------------------------|------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|
| Dry bulb, °F | Per cent of saturation | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 | 92 | 83 | 75 | 68 | 60 | 52 | 45 | 37 | 29 | 22 | 15 | 7 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 41 | 92 | 84 | 76 | 69 | 61 | 54 | 46 | 39 | 31 | 24 | 17 | 10 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 42 | 92 | 85 | 77 | 70 | 62 | 55 | 47 | 40 | 33 | 26 | 19 | 12 | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 43 | 92 | 85 | 77 | 70 | 63 | 55 | 48 | 42 | 35 | 28 | 21 | 14 | 8 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 44 | 93 | 85 | 78 | 71 | 63 | 56 | 49 | 43 | 36 | 30 | 23 | 16 | 10 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 45 | 93 | 86 | 78 | 71 | 64 | 57 | 51 | 44 | 38 | 31 | 25 | 18 | 12 | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 46 | 93 | 86 | 79 | 72 | 65 | 58 | 52 | 45 | 39 | 32 | 26 | 20 | 14 | 8 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 47 | 93 | 86 | 79 | 72 | 66 | 59 | 53 | 46 | 40 | 34 | 28 | 22 | 16 | 10 | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 48 | 93 | 86 | 79 | 73 | 66 | 60 | 54 | 47 | 41 | 35 | 29 | 23 | 18 | 12 | 7 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 49 | 93 | 86 | 80 | 73 | 67 | 61 | 54 | 48 | 42 | 36 | 31 | 25 | 19 | 14 | 9 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50 | 93 | 87 | 80 | 74 | 67 | 61 | 55 | 49 | 43 | 38 | 32 | 27 | 21 | 16 | 10 | 5 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 51 | 94 | 87 | 81 | 75 | 68 | 62 | 56 | 50 | 45 | 39 | 34 | 28 | 23 | 17 | 12 | 7 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 52 | 94 | 87 | 81 | 75 | 69 | 63 | 57 | 51 | 46 | 40 | 35 | 29 | 24 | 19 | 14 | 9 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 53 | 94 | 87 | 81 | 75 | 69 | 63 | 58 | 52 | 47 | 41 | 36 | 31 | 26 | 20 | 16 | 10 | 6 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 54 | 94 | 87 | 81 | 75 | 70 | 64 | 59 | 53 | 48 | 42 | 37 | 32 | 27 | 22 | 17 | 12 | 8 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 55 | 94 | 88 | 82 | 76 | 70 | 65 | 59 | 54 | 49 | 43 | 38 | 33 | 28 | 23 | 19 | 14 | 9 | 5 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 56 | 94 | 88 | 82 | 76 | 71 | 65 | 60 | 55 | 50 | 44 | 39 | 34 | 30 | 25 | 20 | 16 | 11 | 7 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 57 | 94 | 88 | 82 | 77 | 71 | 66 | 61 | 55 | 50 | 45 | 40 | 35 | 31 | 26 | 22 | 17 | 13 | 8 | 4 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 58 | 94 | 88 | 83 | 77 | 72 | 66 | 61 | 56 | 51 | 46 | 41 | 37 | 32 | 27 | 23 | 18 | 14 | 10 | 6 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 59 | 94 | 89 | 83 | 78 | 72 | 67 | 62 | 57 | 52 | 47 | 42 | 38 | 33 | 29 | 24 | 20 | 16 | 11 | 7 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 60 | 94 | 89 | 83 | 78 | 73 | 68 | 63 | 58 | 53 | 48 | 43 | 39 | 34 | 30 | 26 | 21 | 17 | 13 | 9 | 5 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 61 | 94 | 89 | 84 | 78 | 73 | 69 | 63 | 58 | 54 | 49 | 44 | 40 | 35 | 31 | 27 | 22 | 18 | 14 | 10 | 7 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 62 | 94 | 89 | 84 | 79 | 74 | 69 | 64 | 59 | 54 | 50 | 45 | 41 | 36 | 32 | 28 | 24 | 20 | 16 | 12 | 8 | 4 | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 63 | 95 | 89 | 81 | 79 | 74 | 69 | 64 | 60 | 55 | 50 | 46 | 42 | 37 | 33 | 29 | 25 | 21 | 17 | 13 | 10 | 6 | 2 | | | | | | | | | | | | | | |
| 64 | 95 | 90 | 84 | 79 | 74 | 70 | 65 | 60 | 56 | 51 | 47 | 43 | 38 | 34 | 30 | 26 | 22 | 18 | 15 | 11 | 7 | 4 | 0 | | | | | | | | | | | | | |
| 65 | 95 | 90 | 85 | 80 | 75 | 70 | 66 | 61 | 56 | 52 | 48 | 44 | 39 | 35 | 31 | 27 | 24 | 20 | 16 | 12 | 9 | 5 | 2 | | | | | | | | | | | | | |
| 66 | 95 | 90 | 85 | 80 | 75 | 71 | 66 | 61 | 57 | 53 | 48 | 44 | 40 | 36 | 32 | 29 | 25 | 21 | 17 | 14 | 10 | 7 | 3 | 0 | | | | | | | | | | | | |
| 67 | 95 | 90 | 85 | 80 | 75 | 71 | 66 | 62 | 58 | 53 | 49 | 45 | 41 | 37 | 33 | 30 | 26 | 22 | 19 | 15 | 12 | 8 | 5 | 2 | | | | | | | | | | | | |
| 68 | 95 | 90 | 85 | 80 | 76 | 71 | 67 | 62 | 58 | 54 | 50 | 46 | 42 | 38 | 34 | 31 | 27 | 23 | 20 | 16 | 13 | 10 | 6 | 3 | | | | | | | | | | | | |
| 69 | 95 | 90 | 85 | 81 | 76 | 72 | 67 | 63 | 59 | 55 | 51 | 47 | 43 | 39 | 35 | 32 | 28 | 24 | 21 | 18 | 14 | 11 | 8 | 5 | 1 | | | | | | | | | | | |
| 70 | 95 | 90 | 86 | 81 | 77 | 72 | 68 | 64 | 59 | 55 | 51 | 48 | 44 | 40 | 36 | 33 | 29 | 25 | 22 | 19 | 15 | 12 | 9 | 6 | 3 | 1 | | | | | | | | | | |
| 71 | 95 | 90 | 86 | 81 | 77 | 72 | 68 | 64 | 60 | 56 | 52 | 48 | 45 | 41 | 37 | 33 | 30 | 27 | 23 | 20 | 17 | 13 | 10 | 7 | 4 | 3 | | | | | | | | | | |
| 72 | 95 | 91 | 86 | 82 | 77 | 73 | 69 | 65 | 61 | 57 | 53 | 49 | 45 | 42 | 38 | 34 | 31 | 28 | 24 | 21 | 18 | 15 | 12 | 9 | 6 | 3 | | | | | | | | | | |
| 73 | 95 | 91 | 86 | 82 | 78 | 73 | 69 | 65 | 61 | 57 | 53 | 50 | 46 | 42 | 39 | 35 | 32 | 29 | 26 | 22 | 19 | 16 | 13 | 10 | 7 | 4 | 1 | | | | | | | | | |
| 74 | 95 | 91 | 86 | 82 | 78 | 74 | 69 | 65 | 61 | 58 | 54 | 50 | 47 | 43 | 39 | 36 | 33 | 29 | 26 | 23 | 20 | 17 | 14 | 11 | 8 | 5 | 3 | | | | | | | | | |
| 75 | 96 | 91 | 86 | 82 | 78 | 74 | 70 | 66 | 62 | 58 | 54 | 51 | 47 | 44 | 40 | 37 | 34 | 30 | 27 | 24 | 21 | 18 | 15 | 12 | 9 | 7 | 4 | 1 | | | | | | | | |
| 76 | 96 | 91 | 87 | 82 | 78 | 74 | 70 | 66 | 62 | 59 | 55 | 51 | 48 | 45 | 41 | 38 | 34 | 31 | 28 | 25 | 22 | 19 | 16 | 13 | 11 | 8 | 5 | 3 | | | | | | | | |
| 77 | 96 | 91 | 87 | 83 | 79 | 74 | 71 | 67 | 63 | 59 | 56 | 52 | 48 | 45 | 42 | 39 | 35 | 32 | 29 | 26 | 23 | 20 | 17 | 14 | 12 | 9 | 6 | 4 | | | | | | | | |
| 78 | 96 | 91 | 87 | 83 | 79 | 75 | 71 | 67 | 63 | 60 | 56 | 53 | 49 | 46 | 43 | 39 | 36 | 33 | 30 | 27 | 24 | 21 | 18 | 16 | 13 | 10 | 8 | 5 | | | | | | | | |
| 79 | 96 | 91 | 87 | 83 | 79 | 75 | 71 | 68 | 64 | 60 | 57 | 53 | 50 | 46 | 43 | 40 | 37 | 34 | 31 | 28 | 25 | 22 | 19 | 17 | 14 | 11 | 9 | 6 | | | | | | | | |
| 80 | 96 | 91 | 87 | 83 | 79 | 75 | 72 | 68 | 64 | 61 | 57 | 54 | 50 | 47 | 44 | 41 | 38 | 35 | 32 | 29 | 26 | 23 | 20 | 18 | 15 | 12 | 10 | 7 | 5 | 3 | | | | | | |
| 82 | 96 | 92 | 88 | 84 | 80 | 76 | 72 | 69 | 65 | 61 | 56 | 55 | 51 | 48 | 45 | 42 | 39 | 36 | 33 | 30 | 28 | 25 | 22 | 20 | 17 | 14 | 12 | 10 | 7 | 5 | 3 | | | | | |
| 84 | 96 | 92 | 88 | 84 | 80 | 76 | 73 | 69 | 66 | 62 | 59 | 56 | 52 | 49 | 46 | 43 | 40 | 37 | 35 | 32 | 29 | 26 | 24 | 21 | 19 | 16 | 14 | 12 | 10 | 9 | 7 | | | | | |
| 86 | 96 | 92 | 88 | 84 | 81 | 77 | 73 | 70 | 66 | 63 | 60 | 57 | 53 | 50 | 47 | 44 | 42 | 39 | 36 | 33 | 31 | 28 | 26 | 24 | 21 | 19 | 16 | 14 | 12 | 10 | 9 | 7 | | | | |
| 88 | 96 | 92 | 88 | 85 | 81 | 77 | 74 | 70 | 67 | 64 | 61 | 57 | 54 | 51 | 48 | 46 | 43 | 40 | 37 | 35 | 32 | 30 | 27 | 25 | 22 | 20 | 18 | 16 | 14 | 11 | 9 | 7 | | | | |
| 90 | 96 | 92 | 89 | 85 | 81 | 78 | 74 | 71 | 68 | 65 | 61 | 58 | 55 | 52 | 49 | 47 | 44 | 41 | 39 | 36 | 34 | 31 | 29 | 26 | 24 | 22 | 20 | 18 | 16 | 14 | 13 | 11 | 9 | | | |
| 92 | 96 | 92 | 89 | 85 | 82 | 78 | 75 | 72 | 68 | 65 | 62 | 59 | 56 | 53 | 50 | 48 | 45 | 42 | 40 | 37 | 35 | 32 | 30 | 28 | 26 | 24 | 22 | 20 | 18 | 16 | 14 | 13 | 11 | 9 | | |
| 94 | 96 | 93 | 89 | 85 | 82 | 79 | 75 | 72 | 69 | 66 | 63 | 60 | 57 | 54 | 51 | 49 | 46 | 43 | 41 | 38 | 36 | 33 | 31 | 29 | 27 | 25 | 23 | 21 | 20 | 18 | 16 | 14 | 13 | 11 | 9 | |
| 96 | 96 | 93 | 89 | 85 | 83 | 79 | 76 | 73 | 70 | 67 | 64 | 61 | 58 | 55 | 52 | 50 | 47 | 44 | 42 | 40 | 37 | 35 | 33 | 31 | 29 | 27 | 25 | 23 | 21 | 20 | 18 | 16 | 14 | 13 | 11 | 9 |
| 98 | 96 | 93 | 89 | 85 | 83 | 79 | 76 | 73 | 70 | 67 | 64 | 61 | 58 | 56 | 53 | 50 | 48 | 45 | 43 | 40 | 37 | 35 | 33 | 31 | 29 | 27 | 25 | 23 | 21 | 20 | 18 | 16 | 14 | 13 | 11 | 9 |
| 100 | 96 | 93 | 89 | 86 | 83 | 80 | 77 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Kelembaban relatif adalah perbandingan kandungan uap air di atmosfir dengan kandungan jenuh uap air di atmosfir pada temperatur yang sama. Biasanya dinyatakan dalam bentuk persen; 0 % berarti tidak ada sama sekali uap air di udara, dan 100 % menunjukkan udara mengandung uap air sebanyak yang dapat ia kandung pada temperatur itu.

Kelembaban relatif dapat diukur dengan berbagai macam cara. Sensor kelembaban relatif pada slat yang direncanakan menggunakan dua buah sensor temperatur atau disebut dengan *psychrometer*.

Salah satu sensor temperatur kering sedang yang lain sensor temperatur basah. Air akan menguap dari sensor temperatur basah dan mendinginkan sensor. Jika kelembaban relatif rendah, air menguap dengan cepat mengakibatkan perbedaan temperatur yang besar dengan sensor temperatur kering. Temperatur udara yang tinggi juga mempercepat penguapan. Kelembaban relatif yang tinggi memperlambat penguapan, menghasilkan perbedaan temperatur yang rendah.

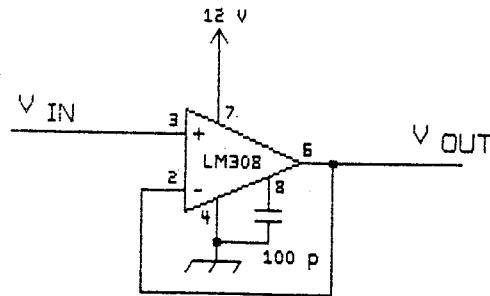
Tabel 3-5 menunjukkan hubungan antara kelembaban relatif dengan temperatur kering dan temperatur basah.

Atas dasar itu, diperlukan sensor temperatur basah selain sensor temperatur yang telah dijelaskan terdahulu. Rangkaian sensor temperatur basah sama dengan sensor temperatur kering, hanya IC LM335 diberi kapas basah.

3.2.3 BUFFER

Tegangan output sensor temperatur di-buffer dengan menggunakan Op-Amp LM308. Hal ini dilakukan untuk

menghindari drop tegangan dari sensor temperatur. Gambar 3-13 menunjukkan rangkaian buffer yang digunakan.

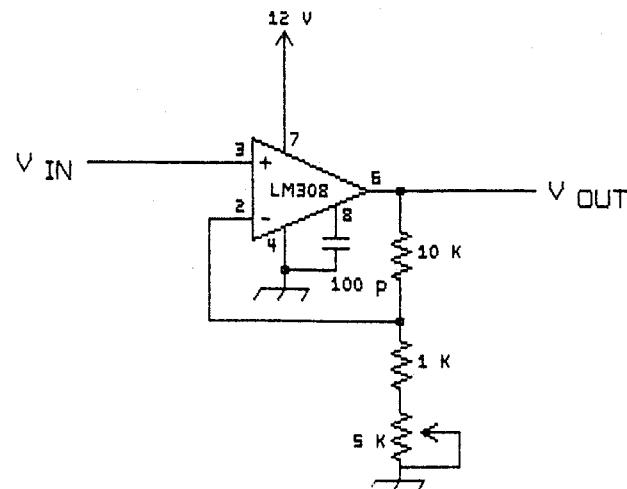


GAMBAR 3-13
RANGKAIAN BUFFER

3.2.4 PENGUAT

Tegangan output sensor temperatur ini kemudian dikuatkan sebesar 3,4 kali dengan Op-Amp LM308. Sinyal ini dikuatkan dengan penguat tanpa pembalik.

Gambar 3-14 menunjukkan rangkaian dari penguat tanpa pembalik yang dimaksud.

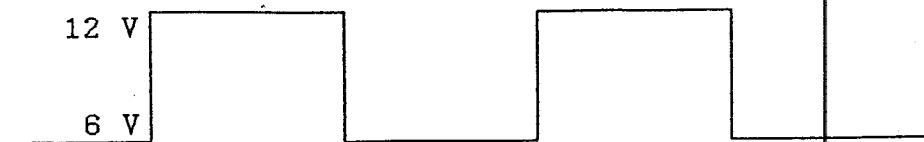


GAMBAR 3-14
RANGKAIAN PENGUAT TANPA PEMBALIK

3.2.5 TEGANGAN PENGONTROL FREKUENSI

Tegangan output yang sudah dikuatkan dengan Op-Amp kemudian digunakan untuk mengontrol frekuensi dengan Voltage Controlled Oscillator (VCO). VCO yang digunakan di sini adalah IC LM566.

VCO ini memiliki range tegangan input yang terbatas dari $\frac{3}{4}$ Vcc sampai Vcc. Signal outputnya ada dua jenis, yaitu gelombang kotak pada pin 3 dan gelombang segitiga pada pin 4. Dalam perencanaan dan pembuatan alat di sini hanya digunakan gelombang kotak yang terdapat pada pin 3. V_{max} dari gelombang kotak ini adalah 12 V dan V_{min} sebesar 6 V. Bentuk gelombang kotak dari VCO dapat dilihat pada gambar 3-15.



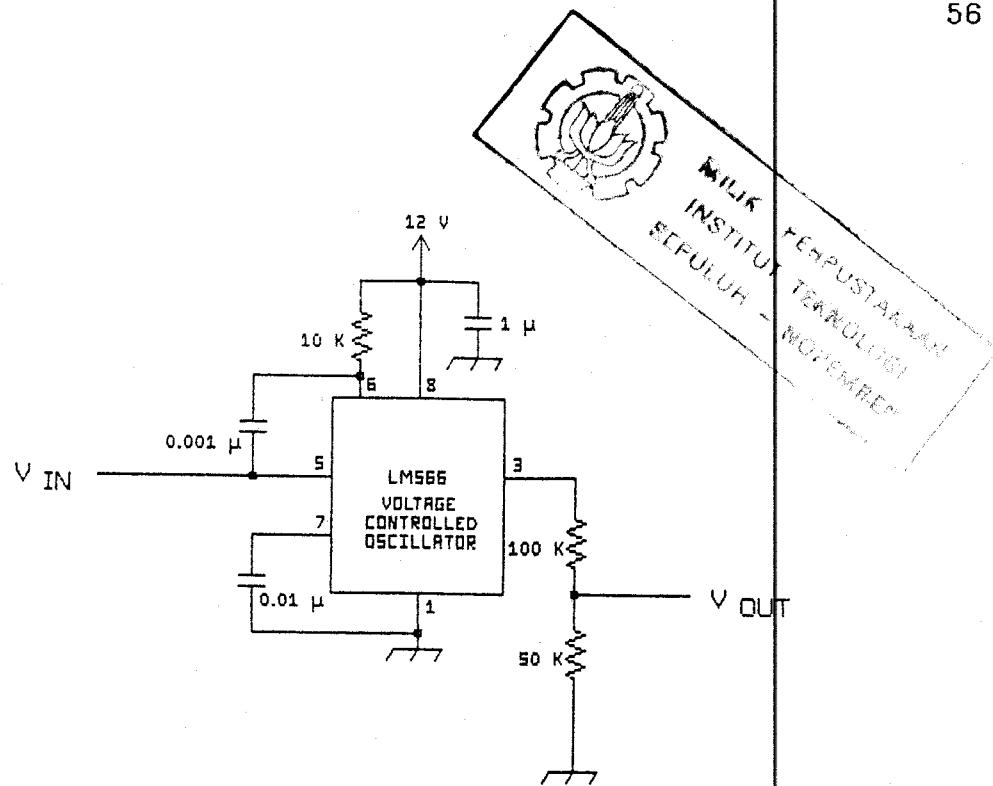
GAMBAR 3-15

GELOMBANG OUTPUT VCO PADA PIN 3

Rangkaian tegangan pengontrol frekuensi yang dipergunakan terdapat pada gambar 3-16.

Supaya sinyal output dari VCO ini dapat dimasukkan ke dalam counter maka perlu diubah dulu menjadi level TTL.

Gelombang output berupa kotak dari VCO yang berosilasi antara 6 V dan 12 V dibagi tiga dengan menggunakan rangkaian pembagi tegangan. Hasilnya berupa



GAMBAR 3-16

RANGKAIAN TEGANGAN PENGONTROL FREKUENSI

gelombang kotak yang berosilasi antara 2 V dan 4 V. Gelombang kotak tersebut kemudian dimasukkan ke dalam pembanding. Gambar 3-17 menunjukkan bentuk sinyal output setelah dibagi tiga.



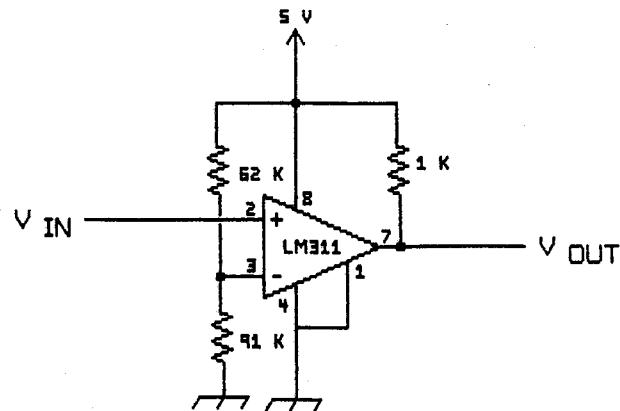
GAMBAR 3-17

GELOMBANG OUTPUT PEMBAGI TEGANGAN

3.2.6 PEMBANDING

Op-Amp LM311 digunakan sebagai pembanding untuk mengubah sinyal output pembagi tegangan menjadi level TTL

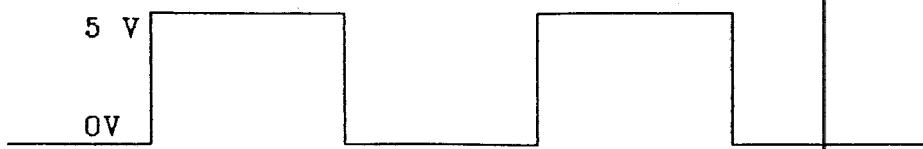
sehingga dapat dimasukkan ke dalam counter. Gambar 3-18 menunjukkan gambar rangkaian yang dimaksud.



GAMBAR 3-18
RANGKAIAN PENGUBAH OUTPUT VCO KE LEVEL TTL

Di sini input inverting (-) diberi tegangan referensi. Tegangan referensi itu diperoleh dengan menggunakan rangkaian tahanan pembagi tegangan yang dihubungkan dengan tegangan catu 5 V. Jika tegangan input lebih besar dari tegangan referensi maka tegangan output akan di-pull-up dengan menggunakan tahanan 1 K menuju Vcc yaitu 5 V. Sebaliknya jika tegangan input lebih kecil dari tegangan referensi maka tegangan output akan menuju Ground yaitu 0 V. Gambar 3-19 menunjukkan sinyal output dari LM311.

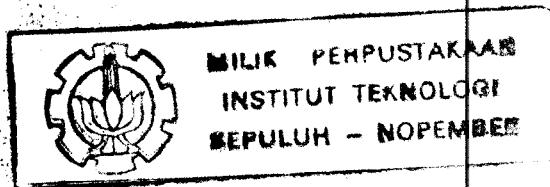
Rangkaian lengkap modul sensor temperatur dan kelembaban relatif ini dapat dilihat pada gambar 3-20. Cara kerja dari modul sensor temperatur dan kelembaban relatif ini adalah sebagai berikut:

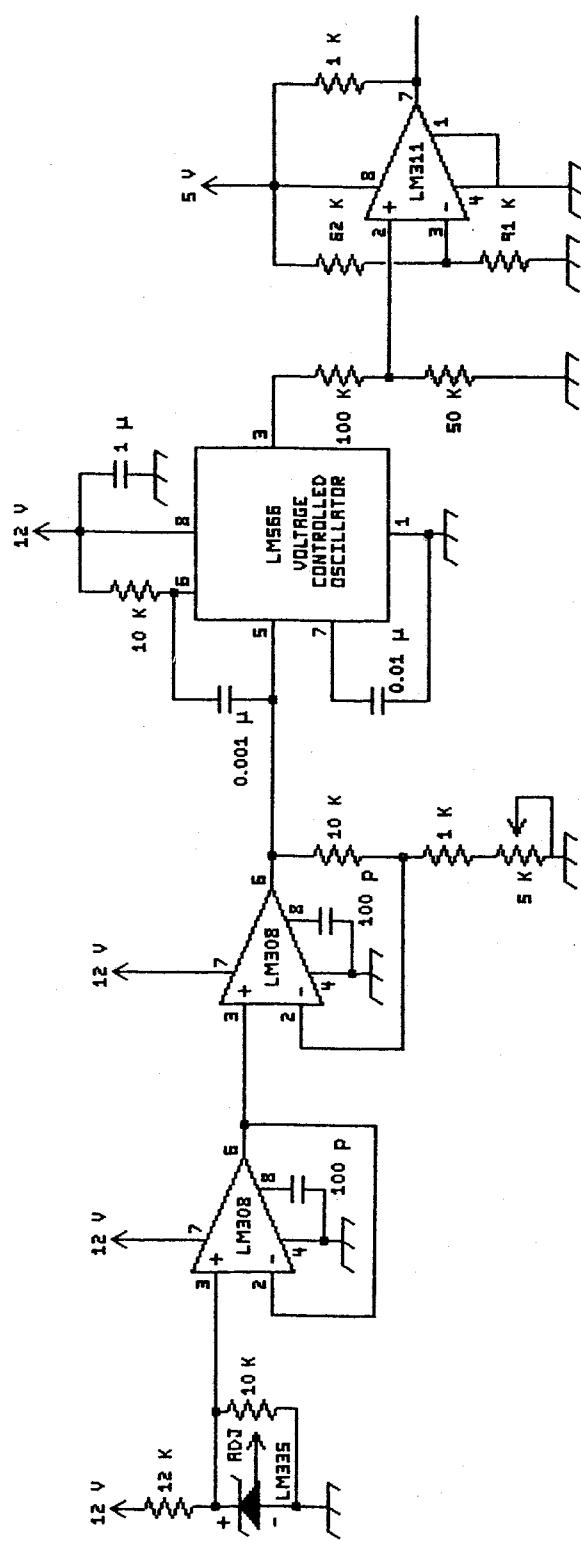


GAMBAR 3-19

GELOMBANG OUTPUT LM311

1. Sensor temperatur IC LM335 mengubah besaran temperatur menjadi besaran listrik berupa tegangan. Sensor ini dikalibrasi mengeluarkan tegangan output sebesar 2,98 V pada temperatur 25 °C. Setiap kenaikan 1 °C menyebabkan kenaikan tegangan output sebesar 10 mV.
2. Tegangan output dari sensor temperatur ini kemudian disangga dengan menggunakan Op-Amp LM308. Hal ini dilakukan untuk menghindari turunnya tegangan output sensor temperatur ketika dihubungkan dengan rangkaian berikutnya.
3. Sinyal tegangan ini kemudian dikuatkan sebesar 3,4 kali dengan Op-Amp LM308 yang dirangkai membentuk rangkaian penguat tanpa pembalik.
4. Sinyal yang sudah dikuatkan ini dipakai untuk mengontrol frekuensi dengan menggunakan LM566 Voltage Controlled Oscillator. Dengan cara ini besaran temperatur diubah menjadi besaran frekuensi. Output dari VCO ini berupa gelombang kotak yang frekuensinya tergantung pada tegangan input. Gelombang kotak ini berosilasi antara 6 V dan 12 V. Dengan rangkaian





GAMBAR 3-20
RANGKAIAN MODUL SENSOR TEMPERATUR
DAN KELEMBABAN RELATIF

tahanan pembagi tegangan, gelombang kotak ini dibagi tiga sehingga menghasilkan gelombang kotak yang berosilasi antara 2 V dan 4 V.

5. Sinyal tersebut kemudian dihubungkan dengan terminal non inverting (+) pada Op-Amp LM311 yang dirangkai membentuk pembanding. Sinyal itu dibandingkan dengan tegangan referensi pada terminal inverting (-). Tegangan referensi ini diperoleh dengan menggunakan rangkaian tahanan pembagi tegangan yang dihubungkan dengan tegangan supply 5 V. Jika tegangan input lebih besar dari tegangan referensi maka output pembanding akan di-pull-up menuju 5 V. Jika tegangan input lebih kecil dari tegangan referensi maka output akan menuju Ground 0 V. Dengan demikian besaran temperatur diubah menjadi besaran frekuensi gelombang kotak dengan level TTL.

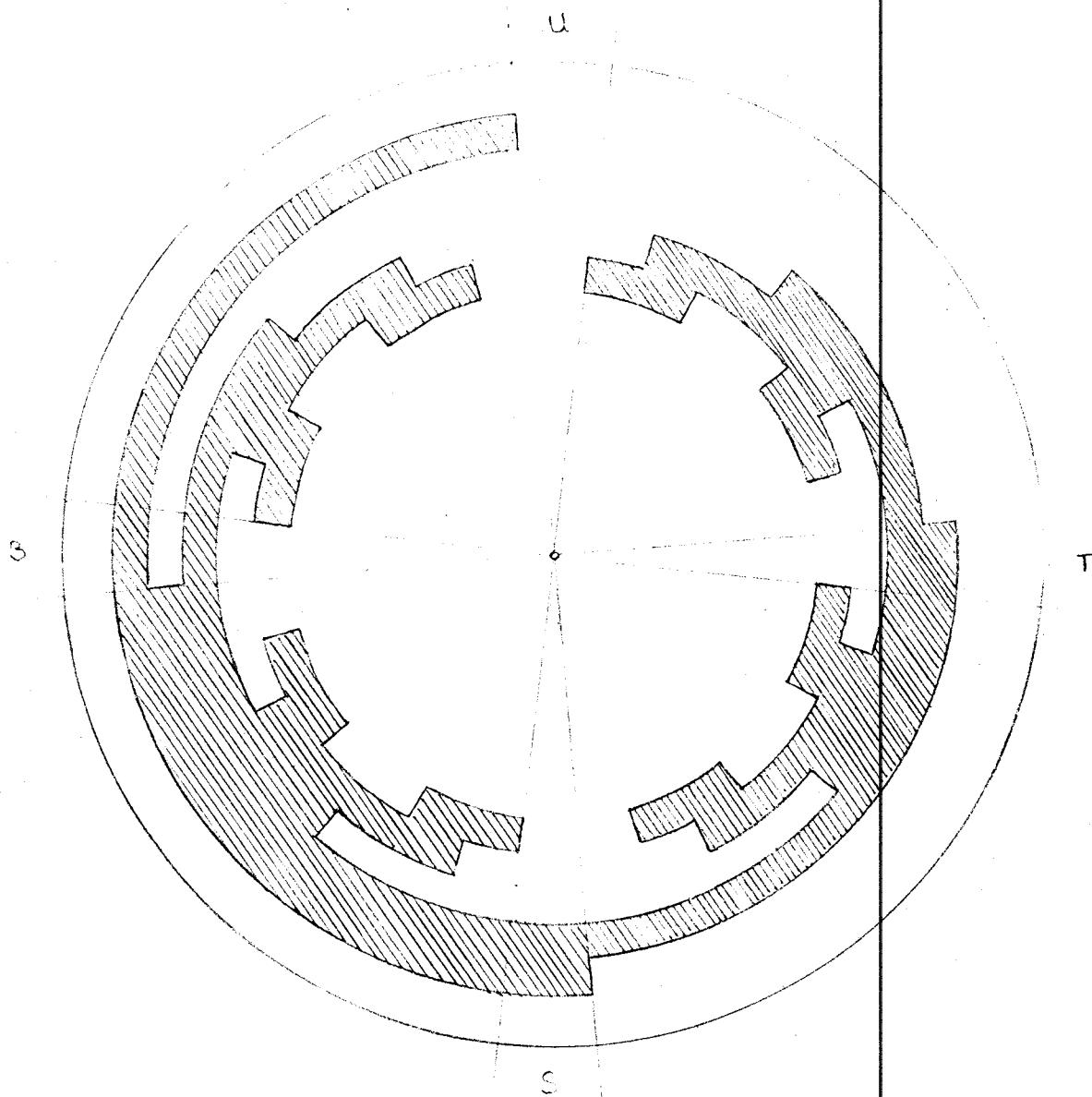
3.3 MODUL SENSOR KECEPATAN DAN ARAH ANGIN

3.3.1 SENSOR ARAH ANGIN

Sensor yang dipakai untuk mendeteksi arah angin adalah *optical shaft encoder*. Sensor ini digunakan untuk merubah besaran sudut poros mekanik menjadi kode digital. Encoder ini berupa piringan optik dengan bagian yang tembus cahaya dan kedap cahaya yang mewakili kode digital. Dengan menggunakan sensor cahaya untuk mendeteksi bagian tembus cahaya dan kedap cahaya tersebut maka setiap perubahan sudut yang direncanakan akan mengkodekan

kombinasi digital yang berlainan.

Gambar 3-21 menunjukkan piringan aluminium berlubang sebagai piringan optik dengan 5 bit encoder.



GAMBAR 3-21

PIRINGAN OPTIK SEBAGAI SENSOR ARAH ANGIN

Kode digital yang dipakai pada sensor arah angin ini adalah kode Gray. Alasan pemakaian kode Gray dalam sensor

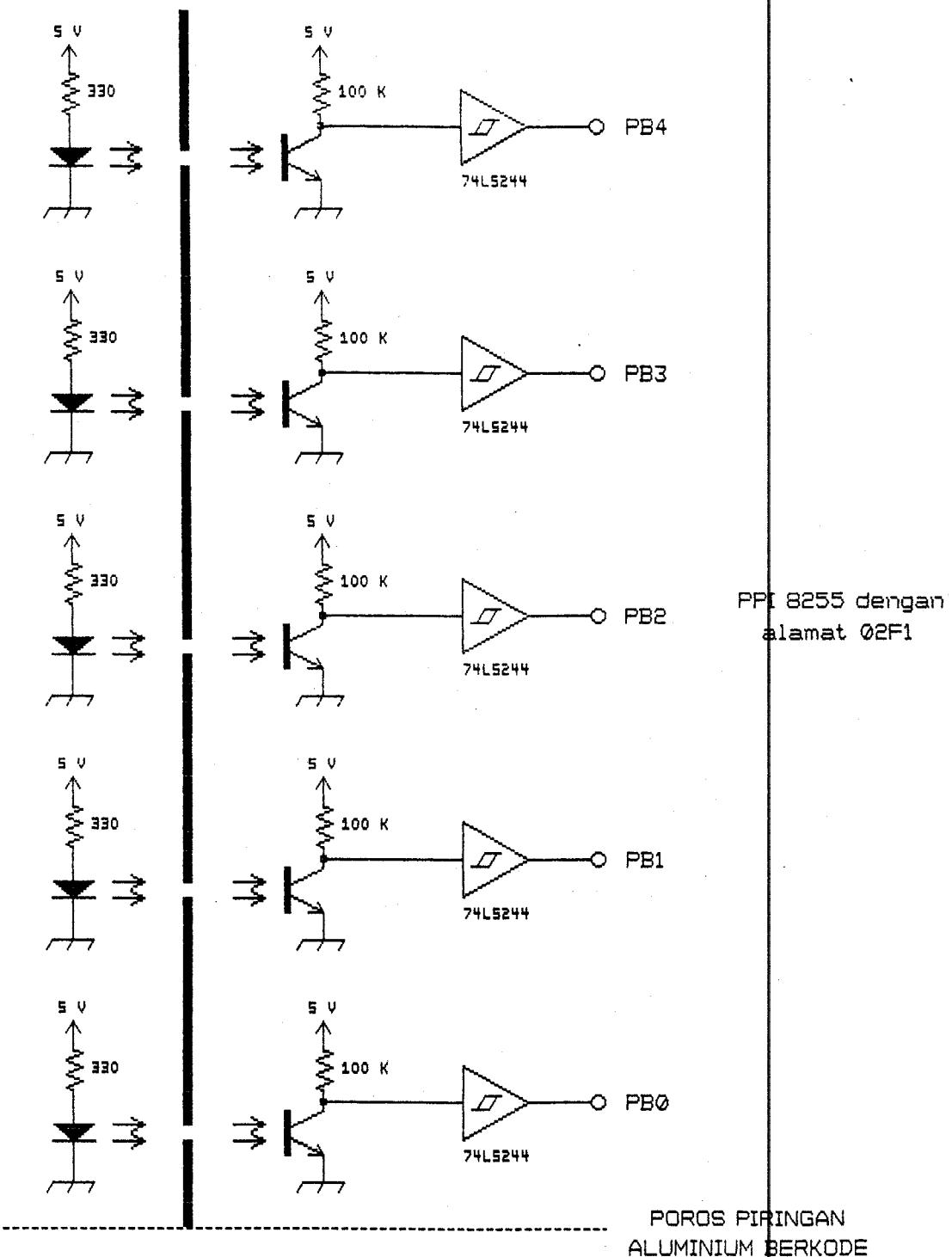
TABEL 3-6 BILANGAN DESIMAL DAN EKIVALEN BILANGAN BINER,
KODE GRAY SERTA ARAH ANGIN YANG DIKODEKAN

| DESIMAL | BINER | KODE GRAY | ARAH SUDUT DARI UTARA | ANGIN |
|---------|-----------|-----------|--------------------------------|---------|
| 0 | 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 | 0 0 | 0 , 0 0 |
| 1 | 0 0 0 0 1 | 0 0 0 0 1 | 0 1 | 1 , 2 5 |
| 2 | 0 0 0 1 0 | 0 0 0 1 1 | 0 2 | 2 , 5 0 |
| 3 | 0 0 0 1 1 | 0 0 0 1 0 | 0 3 | 3 , 7 5 |
| 4 | 0 0 1 0 0 | 0 0 1 1 0 | 0 4 | 5 , 0 0 |
| 5 | 0 0 1 0 1 | 0 0 1 1 1 | 0 5 | 6 , 2 5 |
| 6 | 0 0 1 1 0 | 0 0 1 0 1 | 0 6 | 7 , 5 0 |
| 7 | 0 0 1 1 1 | 0 0 1 0 0 | 0 7 | 8 , 7 5 |
| 8 | 0 1 0 0 0 | 0 1 1 0 0 | 0 9 | 0 , 0 0 |
| 9 | 0 1 0 0 1 | 0 1 1 0 1 | 1 0 | 1 , 2 5 |
| 10 | 0 1 0 1 0 | 0 1 1 1 1 | 1 1 | 2 , 5 0 |
| 11 | 0 1 0 1 1 | 0 1 1 1 0 | 1 2 | 3 , 7 5 |
| 12 | 0 1 1 0 0 | 0 1 0 1 0 | 1 3 | 5 , 0 0 |
| 13 | 0 1 1 0 1 | 0 1 0 1 1 | 1 4 | 6 , 2 5 |
| 14 | 0 1 1 1 0 | 0 1 0 0 1 | 1 5 | 7 , 5 0 |
| 15 | 0 1 1 1 1 | 0 1 0 0 0 | 1 6 | 8 , 7 5 |
| 16 | 1 0 0 0 0 | 1 1 0 0 0 | 1 8 | 0 , 0 0 |
| 17 | 1 0 0 0 1 | 1 1 0 0 1 | 1 9 | 1 , 2 5 |
| 18 | 1 0 0 1 0 | 1 1 0 1 1 | 2 0 | 2 , 5 0 |
| 19 | 1 0 0 1 1 | 1 1 0 1 0 | 2 1 | 3 , 7 5 |
| 20 | 1 0 1 0 0 | 1 1 1 1 0 | 2 2 | 5 , 0 0 |

| | | | | |
|----|-----------|-----------|-----|---------|
| 21 | 1 0 1 0 1 | 1 1 1 1 1 | 2 3 | 6 , 2 5 |
| 22 | 1 0 1 1 0 | 1 1 1 0 1 | 2 4 | 7 , 5 0 |
| 23 | 1 0 1 1 1 | 1 1 1 0 0 | 2 5 | 8 , 7 5 |
| 24 | 1 1 0 0 0 | 1 0 1 0 0 | 2 7 | 0 , 0 0 |
| 25 | 1 1 0 0 1 | 1 0 1 0 1 | 2 8 | 1 , 2 5 |
| 26 | 1 1 0 1 0 | 1 0 1 1 1 | 2 9 | 2 , 5 0 |
| 27 | 1 1 0 1 1 | 1 0 1 1 0 | 3 0 | 3 , 7 5 |
| 28 | 1 1 1 0 0 | 1 0 0 1 0 | 3 1 | 5 , 0 0 |
| 29 | 1 1 1 0 1 | 1 0 0 1 1 | 3 2 | 6 , 2 5 |
| 30 | 1 1 1 1 0 | 1 0 0 0 1 | 3 3 | 7 , 5 0 |
| 31 | 1 1 1 1 1 | 1 0 0 0 0 | 3 4 | 8 , 7 5 |

arah angin ini, karena sifatnya yang hanya berubah satu bit saja apabila pindah dari satu bilangan ke bilangan lain yang berurutan. Hal ini dapat memperkecil kesalahan yang terjadi. Tabel 3-6 menunjukkan tabel angka desimal dan ekivalen bilangan biner, kode Gray, serta arah angin yang dikodekan.

Dengan menggunakan LED sebagai sumber cahaya dan foto transistor sebagai sensor cahaya untuk mendekripsi ada dan tidaknya cahaya, sudut sudut itu dapat diubah menjadi kode digital. Rangkaian LED dan foto transistor yang dipakai ditunjukkan pada gambar 3-22. Dengan lima bit encoder, sensor arah angin ini dapat membedakan perubahan sudut sebesar $360/(2^n)$ atau $360/(2^5)$ atau $11,25^\circ$.



GAMBAR 3-22
RANGKAIAN SENSOR ARAH ANGIN

Output dari sensor arah angin ini kemudian dimasukkan ke dalam 74LS244 sebagai buffer Schmitt Trigger untuk

mempercepat switching. Melalui PPI 8255 dengan alamat port 2F01 pada bit P0 - PB4, kode digital ini dimasukkan ke dalam data bus mikrokomputer IBM PC.

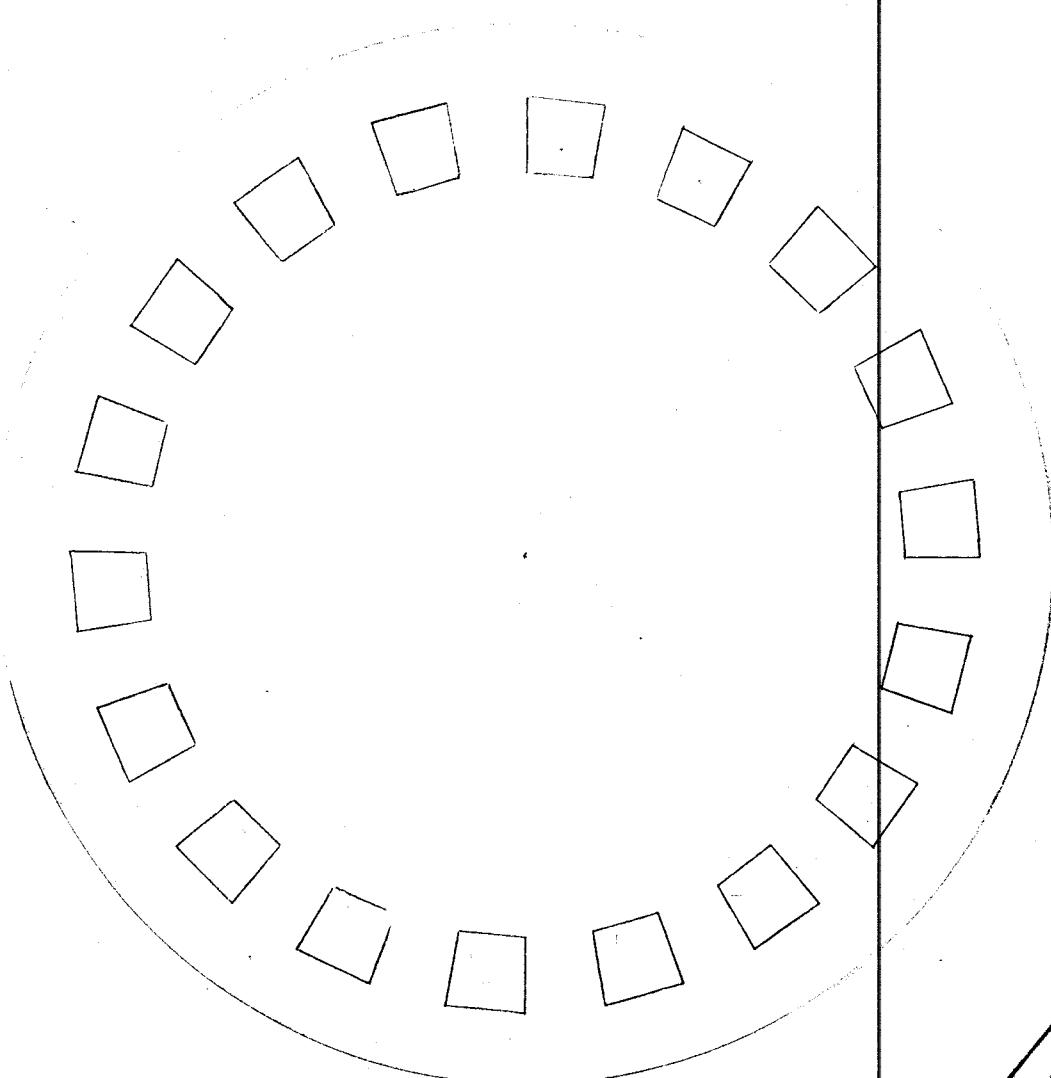
3.3.2 SENSOR KECEPATAN ANGIN

Angin terjadi karena perbedaan tekanan udara antara dua tempat. Angin adalah udara yang berpindah dari tekanan yang tinggi ke tekanan yang rendah. Semakin besar perbedaan tekanan udara maka semakin besar pula kecepatan angin yang terjadi.

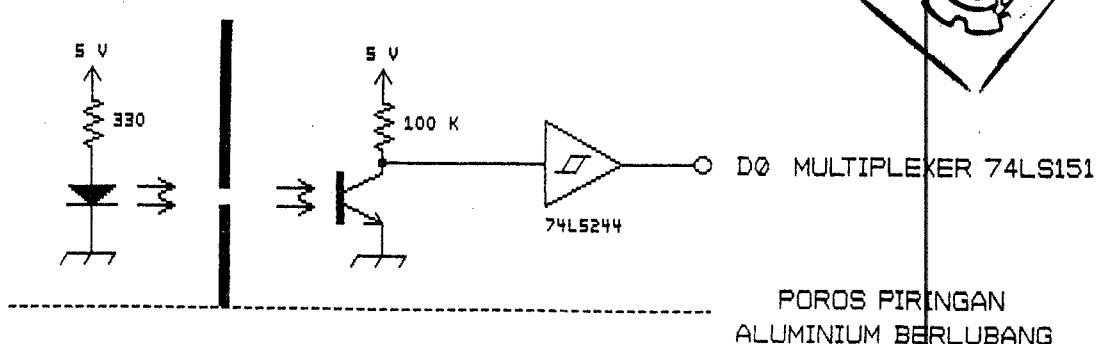
Sensor yang dipakai untuk mengukur kecepatan angin ini berupa *optical tachometer*. Kecepatan angin diubah menjadi kecepatan angular atau kecepatan sudut dengan menggunakan empat buah mangkok angin yang berputar pada satu poros dengan bantalan. Kecepatan sudut itu digunakan untuk memutar piringan aluminium yang berlubang pada sisinya. Gambar 3-23 menunjukkan gambar piring aluminium berlubang yang dipakai.

Dengan menggunakan LED dan fototransistor kecepatan angin ini diubah menjadi besaran frekuensi gelombang kotak. Semakin besar kecepatan angin maka semakin besar pula frekuensi gelombang kotak yang dihasilkan. Gelombang kotak dimasukkan ke dalam D0 dari multiplexer 74LS151 lalu ke counter sehingga kecepatan angin dapat dihitung.

Gambar 3-24 menunjukkan rangkaian yang dipergunakan. IC 74LS244 sebagai Schmitt Trigger buffer dipakai agar gelombang kotak yang dihasilkan lebih tajam.



GAMBAR 3-23
PIRINGAN ALUMINIUM BERLUBANG
SEBAGAI SENSOR KECEPATAN ANGIN



GAMBAR 3-24
RANGKAIAN SENSOR KECEPATAN ANGIN

MILIK PERPUSTAKAAN
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBES

3.3.3 PERALATAN MEKANIK SENSOR KECEPATAN DAN ARAH ANGIN

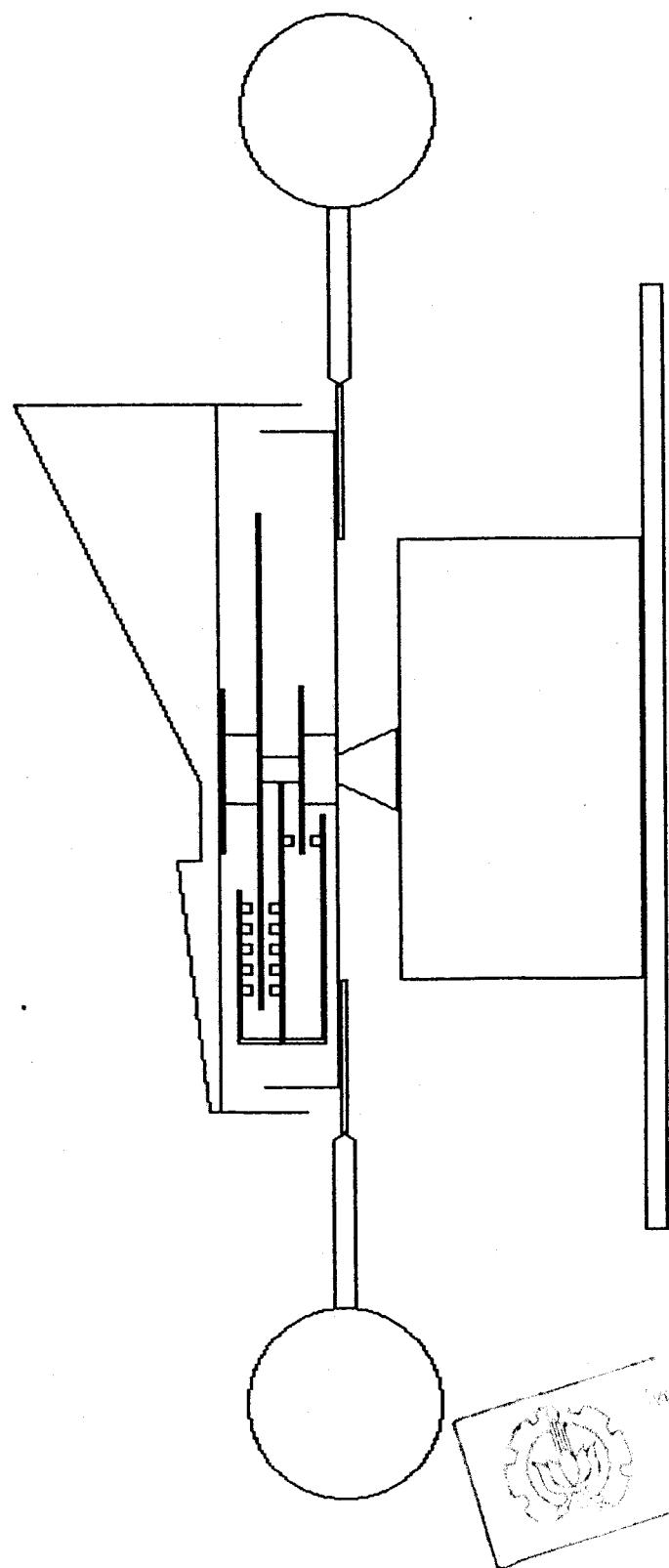
Peralatan mekanik dari sensor kecepatan dan arah angin digabung menjadi satu alat seperti yang terlihat pada gambar 3-25. Bagian atas dari alat yang dimaksud merupakan peralatan mekanik sensor arah angin dan bagian bawahnya adalah peralatan mekanik sensor kecepatan angin.

Sensor mekanik dari arah angin adalah sirip aluminium yang terdapat pada bagian atas dari alat yang dimaksud. Sirip arah angin tersebut bersifat labil jika tidak searah dengan kecepatan angin, tetapi bersifat stabil jika searah dengan kecepatan angin.

Atas dasar sifat tersebut maka sirip itu digunakan sebagai kopel untuk memutar piringan aluminium berkode yang merupakan sensor elektronik arah angin. Dengan foto transistor untuk mendeteksi ada dan tidaknya cahaya LED maka kode digital yang menunjukkan arah angin pada piringan aluminium tersebut dapat terdeteksi.

Sensor mekanik dari kecepatan angin adalah mangkok-mangkok angin. Mangkok-mangkok angin itu digunakan untuk merubah kecepatan linier angin menjadi kecepatan sudut atau angular. Kecepatan sudut ini digunakan untuk memutar piringan aluminium berlubang. Dengan menggunakan LED dan foto transistor, kecepatan angin ini dapat diubah menjadi besaran frekuensi gelombang kotak seperti yang dijelaskan terdahulu.

Piringan aluminium untuk sensor arah angin dan kecepatan angin berputar pada poros yang sama dengan



GAMBAR 3-25

PERALATAN MEKANIK SENSOR KECEPATAN DAN ARAH ANGIN

menggunakan bantalan. Demikian juga dengan mangkok-mangkok angin dan sirip arah angin berputar pada poros yang sama.

Sensor-sensor elektronik ini ditutup dengan lempengan aluminium untuk menghindari kerusakan yang disebabkan oleh panas, hujan dan sebagainya.

B A B 4

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN PERANGKAT LUNAK

Alat pendekripsi dan pengukur parameter cuaca yang direncanakan ini selain memerlukan perangkat keras, juga memerlukan perangkat lunak dalam pengoperasiannya. Perangkat lunak yang direncanakan menggunakan Turbo Pascal Versi 5.5, produksi BORLAND INTERNATIONAL, INC. sebagai bahasa pemrograman.

4.1 BAHASA PEMROGRAMAN TURBO PASCAL³⁰⁾

Pascal dirancang oleh Professor Niklaus Wirth dari Technical University di Zurich, Switzerland. Nama Pascal diambil sebagai penghargaan terhadap Blaise Pascal, ahli matematika dan philosophi terkenal abad 17 dari Perancis.

Professor Niklaus Wirth memperkenalkan kompiler bahasa Pascal pertama kali untuk komputer CDC 6000 (Control Data Corporation) yang dipublikasikan pada tahun 1971 dengan tujuan untuk membantu mengajar program komputer secara sistematis, khususnya untuk memperkenalkan pemrograman yang terstruktur (*structured programming*). Jadi Pascal adalah bahasa yang ditujukan untuk membuat

³⁰⁾ Jogyanto H. M., TEORI DAN APLIKASI KOMPUTER BAHASA PASCAL, Penerbit Andi Offset, Yogyakarta, 1989, hal. 1.

program terstruktur.

Standar Pascal adalah bahasa Pascal yang didefinisikan oleh K. Jensen dan Niklaus Wirth. Penerapan nyata dari standar Pascal banyak yang berbeda seperti yang telah didefinisikan oleh K. Jensen dan Niklaus Wirth. Standar Pascal di Eropa didefinisikan oleh ISO (International Standards Organization) dan di Amerika oleh kerjasama antara ANSI (American National Standard Institute) dengan IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers).

Beberapa versi dari Pascal telah beredar di pasaran, diantaranya UCSD Pascal (University of California at San Diego Pascal), MS-Pascal (Microsoft-Pascal), Apple Pascal, Turbo Pascal dan lain sebagainya. Sampai saat ini untuk komputer-komputer PC, Turbo Pascal merupakan versi bahasa yang paling populer dan banyak digunakan. Kompile Turbo Pascal banyak digemari, karena terutama bersifat interaktif, seperti interpreter saja layaknya. Selain itu Turbo Pascal mengikuti definisi dari standard Pascal seperti yang didefinisikan oleh K. Jansen dan Niklaus Wirth di *Pascal User Manual and Report*. Turbo Pascal adalah hak cipta BORLAND INTERNATIONAL, INC. dan dapat digunakan pada sistem operasi PC-DOS, MS-DOS, CPM-86 dan CP/M-80.

4.2 PEMROGRAMAN TERSTRUKTUR

Setiap masalah dalam pemrograman dibagi menjadi bagian-bagian program yang lebih kecil. Bagian-bagian ini

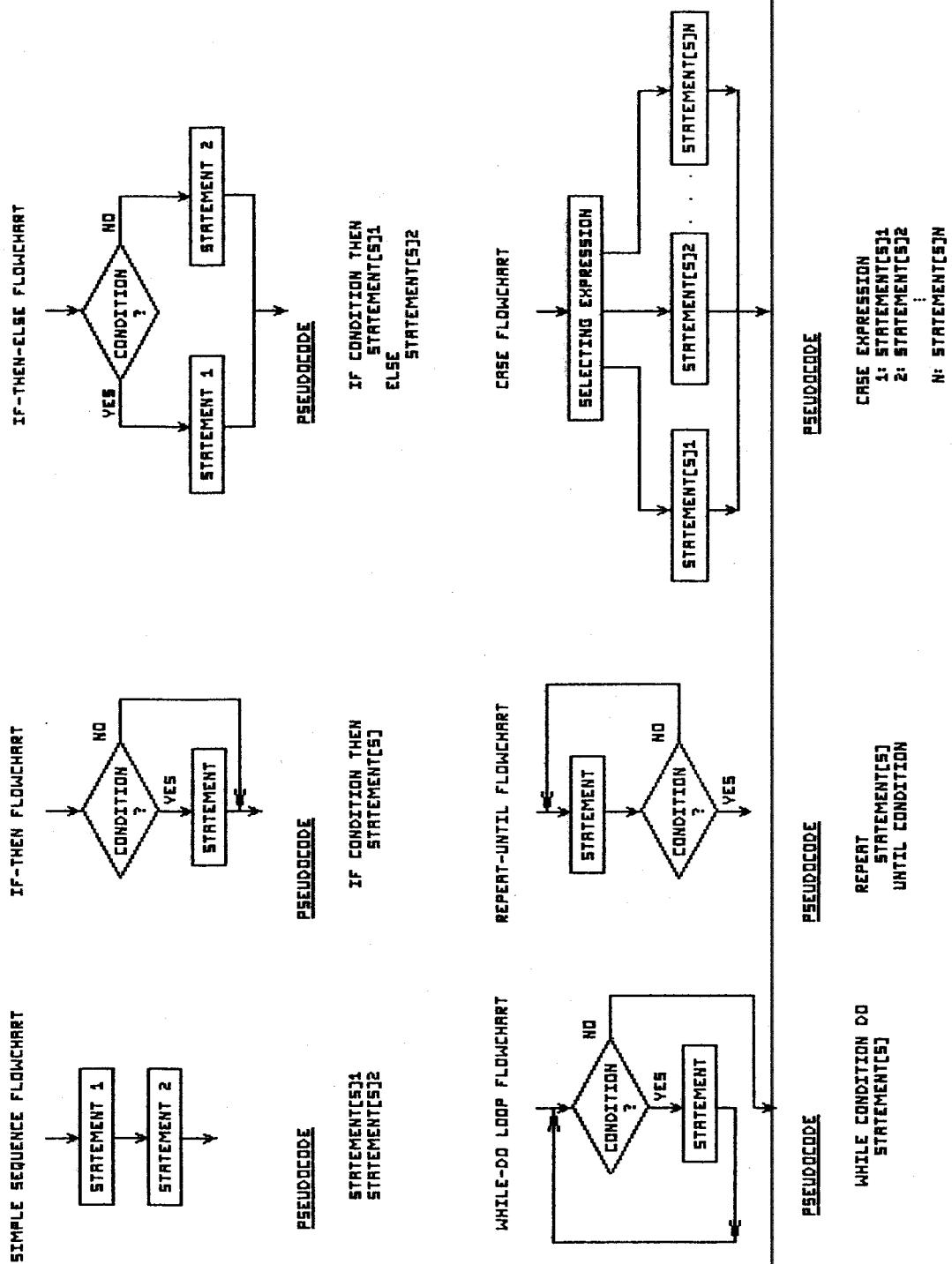
dibagi-bagi lagi menjadi bagian-bagian yang lebih kecil, yang akan mengerjakan suatu proses yang sangat spesifik. Demikianlah seterusnya, sehingga suatu masalah yang besar dapat dipecahkan dengan memecahnya menjadi masalah-masalah yang lebih kecil dan mudah diselesaikan (*top down design*). Pemrograman yang demikian disebut dengan pemrograman terstruktur.

Salah satu sifat pemrograman terstruktur adalah menghindari penggunaan pernyataan GOTO. Percabangan tanpa syarat oleh pernyataan GOTO membuat program menjadi sulit dimengerti.

Pemrograman terstruktur memudahkan pengembangan perangkat lunak dikemudian hari, dokumentasi dan troubleshooting. Ada enam struktur program standard dalam pemrograman terstruktur, yaitu *simple sequence*, *if-then-else*, *if then*, *while-do-loop*, *repeat-until*, dan *case*. Masing-masing struktur hanya memiliki satu titik masuk dan satu titik keluar. Gambar 4-1 menunjukkan flowchart dan pseudocode dari masing-masing struktur. Program lunak yang direncanakan menggunakan struktur-struktur tersebut.

4.3 FLOWCHART DAN PSEUDOCODE PERANGKAT LUNAK

Flowchart adalah bentuk-bentuk grafik yang menggambarkan berbagai macam operasi dalam suatu program. Operasi tertentu digambarkan dengan simbol grafik tertentu pula. Gambar 4-2 menunjukkan flowchart dari perangkat lunak yang direncanakan.

GAMBAR 4-1³¹⁾

STRUKTUR PROGRAM STANDARD

³¹⁾

Douglas V. Hall, op. cit, hal. 47.

Pseudocode adalah pernyataan seperti bahasa Inggris yang digunakan untuk dokumentasi. Berikut ini adalah pseudocode dari perangkat lunak yang direncanakan.

Initialisasi PPI 8255

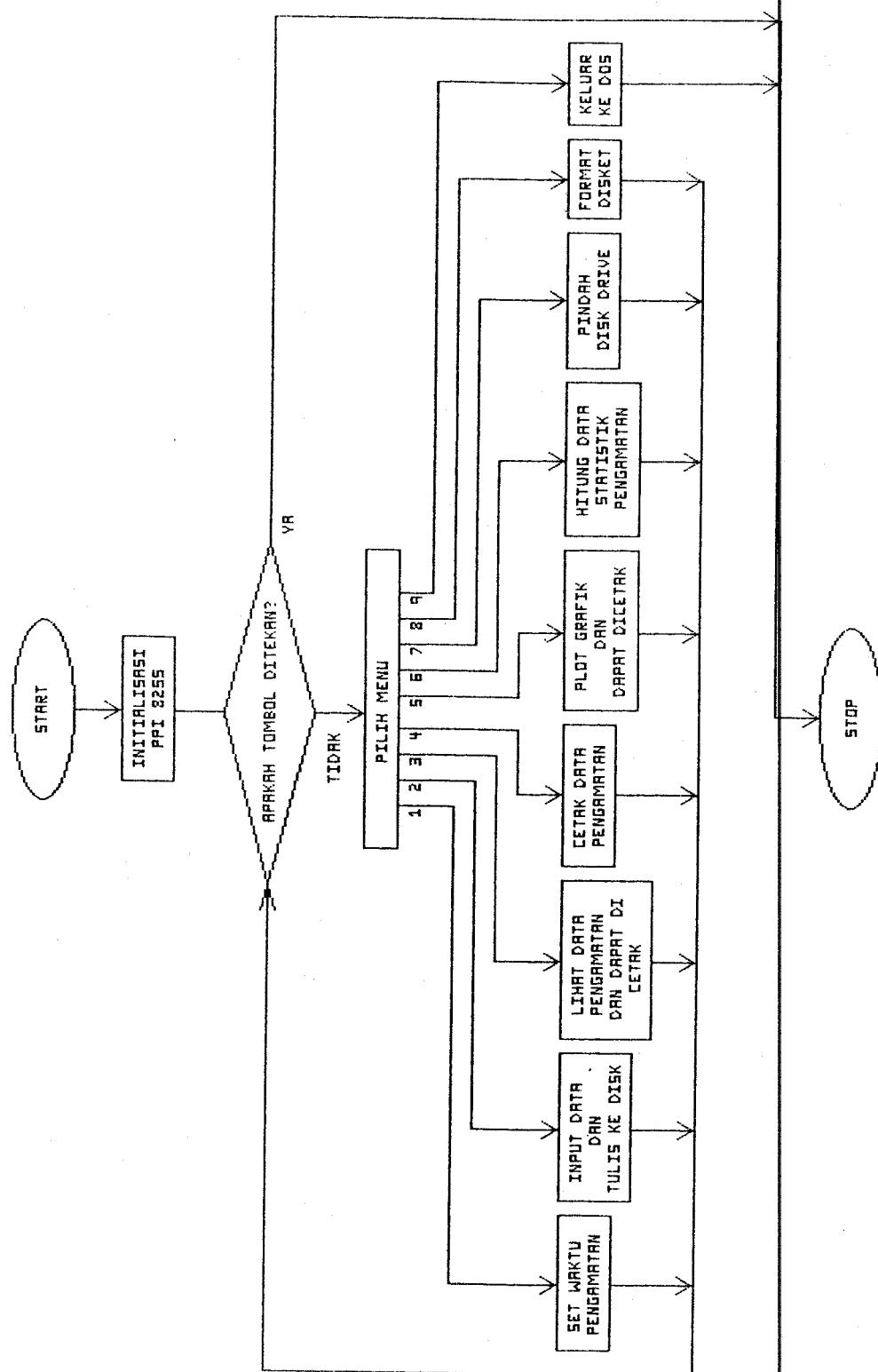
while tombol tidak ditekan do

Pilih menu

case Pilih menu of

- 1: Set waktu pengamatan, yaitu waktu mulai pengamatan dan waktu berakhirnya pengamatan
- 2: Input data parameter cuaca dan menuliskannya pada disk drive yang aktif pada saat itu, jika penuh pindah ke disk drive yang lain
- 3: Melihat data pengamatan pada monitor dan dapat dicetak pada printer jika diperlukan
- 4: Cetak laporan pengamatan seluruhnya pada printer
- 5: Plot grafik data pengamatan pada monitor dan dapat dicetak pada printer jika diperlukan
- 6: Menghitung data statistik dari hasil pengamatan, meliputi jumlah data, rata-rata dan standard deviasinya
- 7: Pindah ke disk drive yang diinginkan
- 8: Format disket pada disk drive yang aktif saat itu
- 9: Keluar ke DOS

Perangkat lunak yang direncanakan memiliki delapan buah menu utama yaitu:



GAMBAR 4-2
FLOWCHART PERANGKAT LUNAK



1. Set Waktu Pengamatan

Menu ini digunakan untuk menentukan waktu mulai pengamatan, waktu berakhir pengamatan dan interval waktu pengamatan. Waktu yang dimaksud di sini adalah tanggal, bulan, tahun, jam, menit dan detik. Dengan menu ini komputer akan menunggu sampai tiba waktu mulai pengamatan, baru terjadi pengukuran parameter cuaca yang direncanakan. Pengukuran terus dilakukan dengan interval waktu yang ditentukan sampai waktu berakhirnya pengamatan.

2. Lakukan Pengamatan

Pada menu ini komputer melakukan pengukuran parameter cuaca sesuai dengan waktu yang telah ditentukan dengan menggunakan menu *Set Waktu Pengamatan*. Hasil pengukuran disimpan pada disket yang terletak pada disk drive yang aktif saat itu.

Menu ini juga mendekripsi besarnya tempat kosong pada disket. Jika disket yang bersangkutan telah penuh maka hasil pengukuran disimpan pada disk drive yang lain. Disk drive yang dipakai di sini ada dua yaitu A dan B. Jika A penuh maka pindah ke B. Jika B penuh maka pindah ke A. Demikianlah seterusnya sehingga pengukuran dapat dilakukan tanpa terputus dengan mengganti disket yang penuh dengan disket yang kosong. Jika waktu pengamatan sudah berakhir maka program akan kembali ke menu utama.

3. View Data Pengamatan

Pada menu ini komputer dapat menampilkan data hasil

pengamatan pada monitor dalam bentuk halaman. Data yang terlihat pada monitor ini dapat dicetak di atas kertas dengan menggunakan dot matrik printer. Data ini dicetak dalam bentuk halaman per halaman.

4. Cetak Data Pengamatan

Menu ini digunakan untuk mencetak hasil pengamatan di atas kertas dengan menggunakan dot matrik printer. Kertas yang digunakan adalah continuous paper dan data yang dicetak adalah seluruh data pengamatan yang tersimpan di dalam disket dengan nama file CUACA.DAT.

5. Plot Grafik Data Pengamatan

Menu ini dipakai untuk memplot hasil pengamatan dalam bentuk grafik. Data pengamatan yang diplot adalah seluruh data dalam file CUACA.DAT yang dibagi-bagi sesuai dengan lebarnya layar monitor. Jika seluruh data sudah diplot maka program akan kembali ke menu utama. Grafik yang tampak pada layar monitor dapat dicetak di atas kertas dengan menggunakan dot matrik printer jika diperlukan.

6. Data Statistik Pengamatan

Menu ini untuk menghitung data-data statistik pengamatan yang telah tersimpan pada file CUACA.DAT. Data statistik itu meliputi jumlah data, rata-rata, dan standard deviasi.

7. Set Disk Drive

Menu ini digunakan untuk pindah disk drive. Disk drive yang bisa dipakai di sini ada tiga yaitu A, B dan virtual disk C.

8. Format Disket

Menu ini digunakan untuk menformat disket yang masih baru. Prosedur ini memanggil program DOS yang disimpan di virtual disk C. Disket yang diformat adalah disk drive yang aktif saat itu.

9. Keluar ke DOS

Menu ini digunakan jika ingin menghentikan program dan keluar ke DOS.

4.4 PROSEDUR-PROSEDUR PERANGKAT LUNAK

Sesuai dengan pemrograman terstruktur, permasalahan dalam perangkat lunak dibagi menjadi bagian-bagian yang lebih kecil yang disebut dengan nama prosedur (*procedure* dalam Turbo Pascal). Satu prosedur menyelesaikan satu masalah. Jika masalah tersebut masih terlalu besar, prosedur itu dibagi lagi menjadi prosedur-prosedur yang lebih kecil. Demikianlah seterusnya sampai seluruh masalah dapat terselesaikan. Berikut ini adalah prosedur-prosedur yang digunakan untuk membangun perangkat lunak.

Prosedur VidPop

Prosedur ini digunakan untuk memanggil menu-menu yang

digambar dengan menggunakan paket program SayWhat. Menu-menu ini dibuat dalam mode teks dan disimpan pada virtual disk, sehingga dapat dipanggil setiap saat jika diperlukan.

Prosedur Bunyi1

Prosedur ini digunakan untuk mengeluarkan signal audio melalui speaker kecil yang terpasang pada bagian depan System Unit. Prosedur ini dipanggil pada saat memilih menu yang diinginkan.

Prosedur Bunyi2

Prosedur ini digunakan untuk mengeluarkan signal audio melalui speaker kecil yang terpasang pada bagian depan System Unit. Prosedur ini dipanggil jika salah satu menu utama telah selesai dikerjakan.

Prosedur Set_Waktu

Prosedur ini digunakan untuk menentukan waktu pengamatan. Waktu pengamatan ini meliputi waktu mulainya pengamatan dan waktu berakhirnya pengamatan, serta interval pengamatan. Yang dimaksud waktu di sini adalah tanggal, bulan, tahun, jam, menit, dan detik. Prosedur ini menggunakan procedure VidPop untuk menampilkan menu.

Prosedur Waktu

Prosedur ini digunakan untuk membaca waktu pada saat yang diinginkan. Prosedur ini memanggil Interrupt BIOS

1Ah Servise 0h untuk membaca jam, menit, detik dan Interrupt DOS 21h Servise 2Ah untuk membaca tahun, bulan serta tanggal pada saat itu.

Prosedur Jangka

Prosedur ini digunakan untuk menghitung waktu yang akan datang dengan interval tertentu dari waktu saat ini. Waktu yang dimaksud di sini adalah tanggal, bulan, tahun, jam, menit dan detik.

Prosedur Initialisasi_PPI

Prosedur ini digunakan untuk meng-initialisasi PPI 8255 sesuai dengan fungsi port-port yang direncanakan.

PPI 8255 dengan alamat 02F0-02F3 dioperasikan pada mode 0 memiliki:

Port A dengan alamat 02F0 tidak digunakan;

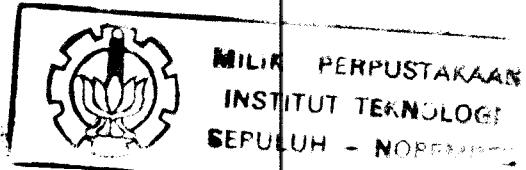
Port B dengan alamat 02F1 sebagai input;

Port C dengan alamat 02F2 sebagai output.

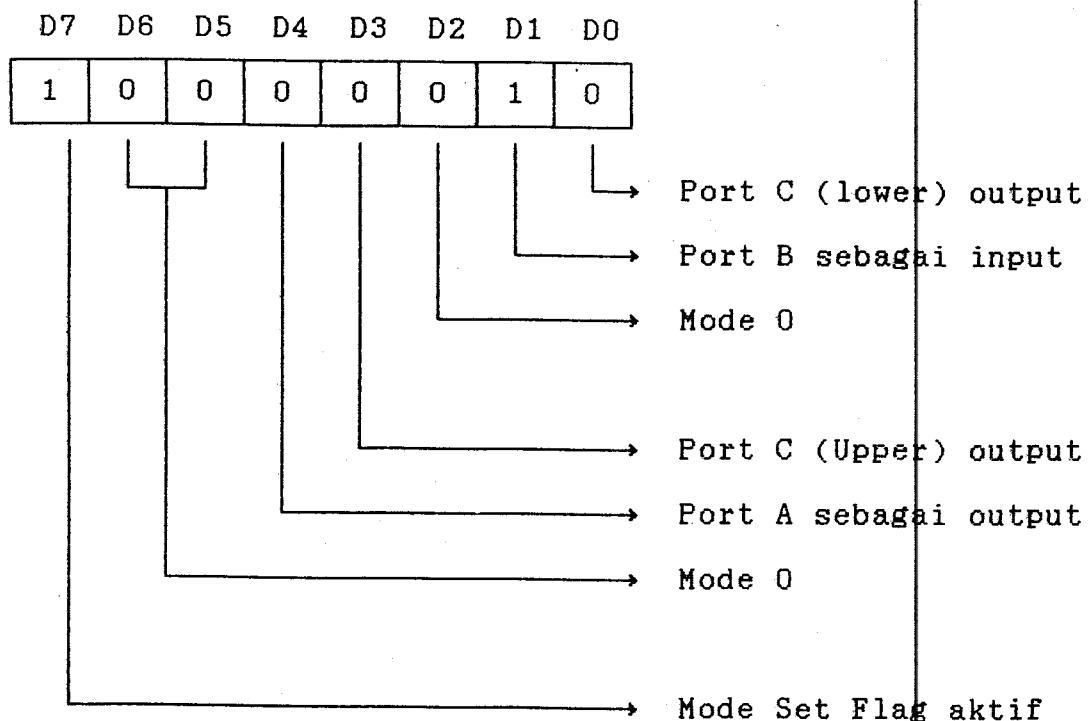
Sesuai dengan format mode set control word maka control register dengan alamat 02F3 diisi 82h (1000 0010). Port A yang tidak dipakai dioperasikan sebagai output.

Gambar 4-3 menunjukkan mode set control word PPI 8255 dengan alamat port 02F0-02F3.

PPI 8255 dengan alamat 02F4-02F7 dioperasikan pada mode 0 memiliki:



Port A dengan alamat 02F4 sebagai input;
 Port B dengan alamat 02F5 sebagai input;
 Port C dengan alamat 02F6 sebagai output.



GAMBAR 4-3

MODE SET CONTROL WORD PADA PPI 8255

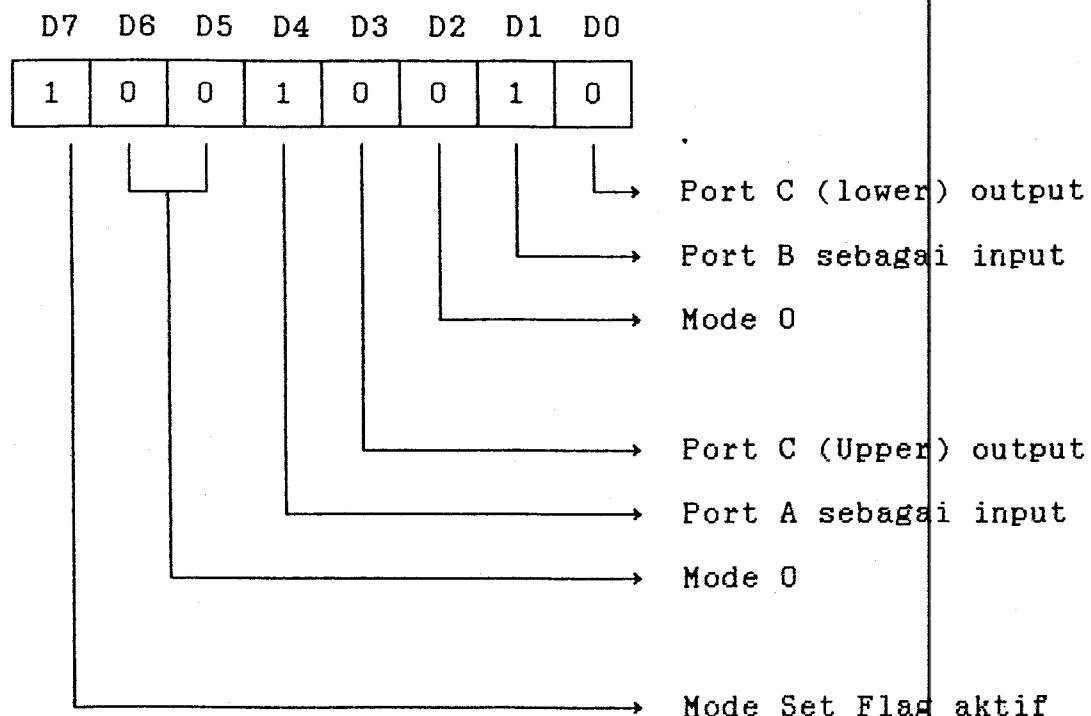
DENGAN ALAMAT 02F0-02F3

Sesuai dengan format mode set control word maka control register dengan alamat 02F7 diisi 92h (1001 0010).

Gambar 4-4 menunjukkan mode set control word PPI 8255 dengan alamat port 02F4-02F7.

Prosedur Clear_Counter

Prosedur ini digunakan untuk meng-clear counter. Port yang dipakai adalah port dengan alamat 02F2 pada



GAMBAR 4-4
 MODE SET CONTROL WORD PADA PPI 8255
 DENGAN ALAMAT 02F3-02F7

Least Significant Bit (Bit 0). Sesuai dengan counter 74LS393 maka pada bit 0 diberi level High untuk meng-clear, kemudian diberi level Low untuk mencacah atau menghitung.

Prosedur Hitung_Kelembaban

Prosedur ini digunakan untuk menghitung kelembaban relatif dengan menggunakan interpolasi numerik berdasarkan tabel kelembaban relatif pada tabel 3-5.

Prosedur Ukur

Prosedur ini digunakan untuk memasukkan data parameter cuaca dari sensor yang bersangkutan ke mikrokomputer.

Prosedur Rubah_Drive

Prosedur ini digunakan untuk merubah drive yang aktif pada saat itu ke drive yang lain. Jika yang aktif adalah drive A maka akan diubah menjadi drive B. Jika yang aktif adalah drive B maka akan diubah menjadi drive A.

Prosedur ini menggunakan dua buah interrupt DOS yaitu Interrupt 21h Servise 19h untuk mendeteksi drive yang aktif pada saat itu dan Interrupt 21h Servise 0Eh untuk mengubah drive yang aktif.

Prosedur Buka_File_Data

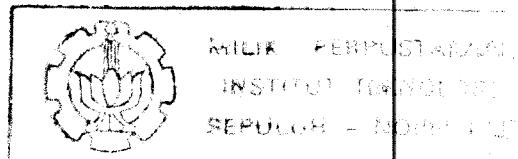
Prosedur ini digunakan untuk membuka file CUACA.DAT pada disk drive yang aktif pada saat itu dan mendeteksi keberadaan file dan besarnya file. Jika tidak ada file CUACA.DAT maka dibuat file CUACA.DAT yang baru.

Prosedur Simpan_Disk

Prosedur ini digunakan untuk menyimpan data pengukuran parameter cuaca ke disket pada disk drive yang aktif saat itu. Data tersimpan pada file yang bernama CUACA.DAT.

Prosedur Run

Prosedur ini digunakan untuk melakukan pengamatan dan



pengukuran parameter cuaca yang direncanakan sesuai dengan waktu yang diinginkan dan menyimpannya ke dalam disket dengan nama file CUACA.DAT.

Prosedur ini menggunakan prosedur-prosedur yang lebih kecil seperti VidPop, Buka_File_Data, Waktu, Ukur, Jangka, Simpan_Disk, Rubah_Drive dan prosedur-prosedur *build-in* dalam Turbo Pascal versi 5.5.

Prosedur Buka

Prosedur ini digunakan untuk membuka file CUACA.DAT pada disk drive yang aktif saat itu dan mengetahui besarnya file. Jika tidak ada file CUACA.DAT pada disk drive yang aktif pada saat itu, prosedur ini memberikan pesan pada monitor sambil membunyikan alarm. Prosedur ini juga memanggil prosedur-prosedur yang lebih kecil yaitu VidPop dan Bunyi2 serta prosedur-prosedur lainnya.

Prosedur Initialisasi_Printer

Prosedur ini digunakan untuk meng-initialisasi printer menjadi keadaan default pertama kali printer digunakan dan kepala cetak printer akan kembali ke posisi awal kolom printer yang pertama. Prosedur ini menggunakan Interrupt BIOS 17h Servise 1h.

Prosedur Cetak_Laporan

Prosedur ini digunakan untuk mencetak seluruh data pengamatan ke atas *continuous paper* melalui dot matrik printer. Prosedur ini memanggil prosedur-prosedur yang

lebih kecil seperti Buka, VidPop, Intialisasi_Printer, Bunyi1 dan Bunyi2.

Prosedur PrintScreen

Prosedur ini digunakan untuk *print screen* secara software apa yang tampak pada monitor tanpa menekan tombol [Shift] [PrtSc]. Prosedur ini menggunakan Interrupt BIOS 5h.

Prosedur View

Prosedur ini digunakan untuk melihat data pengamatan pada monitor dalam bentuk halaman per halaman. Data pengamatan pada halaman yang aktif dapat dicetak di atas kertas dengan dot matrik printer. Prosedur ini menggunakan prosedur VidPop, Buka, Bunyi1, Bunyi2, dan PrintScreen. Prosedur ini juga memanggil Interrupt BIOS 16h untuk mendeteksi tombol yang ditekan.

Prosedur Initialisasi_Graph

Prosedur ini digunakan untuk initialisasi grafik sesuai dengan perangkat keras grafik yang digunakan. Berkas-berkas perangkat lunak yang disediakan pada perencanaan alat ini adalah untuk pemakaian Color Graphic Adapter (CGA) dengan Mode Grafik resolusi yang paling tinggi. Untuk CGA adalah Mode CGAHi dengan daya pisah 640 X 200 pixel. Untuk perangkat keras grafik selain CGA dapat disesuaikan dengan berkas-berkas grafik yang disediakan oleh Turbo Pascal versi 5.5.

Prosedur ini juga dapat mendeteksi kesalahan grafik jika terjadi.

Prosedur Sumbu

Prosedur ini digunakan untuk membuat sumbu grafik dan skalanya seperti yang diinginkan. Sumbu ini dapat diletakkan pada posisi tertentu di monitor.

Prosedur Plot_Graph

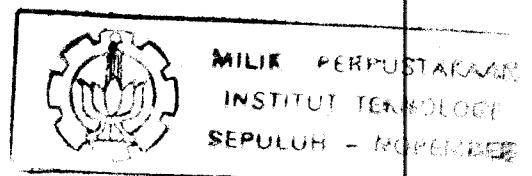
Prosedur ini digunakan untuk memplot hasil pengamatan dalam bentuk grafik dan dapat mencetaknya di atas kertas melalui dot matrik printer jika diinginkan. Prosedur ini memanggil prosedur-prosedur yang lebih kecil yaitu Penutup_Grafik, Buka, VidPop, Bunyil, Bunyi2 dan Initialisasi_Graph.

Prosedur Penutup_Grafik

Prosedur ini digunakan untuk menampilkan keterangan secara grafik dan untuk mencetak grafik di atas kertas melalui dot matrik printer. Prosedur ini memanggil prosedur Bunyil dan PrintScreen.

Prosedur Statistik

Prosedur ini digunakan untuk menghitung jumlah data pengamatan, rata-rata dan standard deviasi hasil pengamatan. Prosedur ini menggunakan prosedur Buka, VidPop, Bunyil dan Bunyi2.



Prosedur Keluar

Prosedure ini digunakan untuk keluar program ke DOS.
Prosedur ini menggunakan prosedur VidPop dan Bunyi2.

Prosedur Set_Drive

Prosedur ini digunakan untuk memindahkan disk drive yang aktif pada saat itu ke disk drive yang diinginkan. Prosedur ini menggunakan Interrupt DOS 21h Servise 19h untuk mendeteksi disk drive yang aktif pada saat itu dan Interrupt DOS 21h Servise 0Eh untuk pindah Disk Drive.

Prosedur Format

Prosedur ini digunakan untuk menformat disket pada disk drive yang aktif saat itu. Prosedur ini mengakses program DOS yang terdapat pada virtual disk C.

B A B 5

KALIBRASI DAN LINIERISASI SENSOR

Alat pendeksi dan pengukur parameter cuaca yang direncanakan ini memerlukan kalibrasi sensor dan linierisasi sensor dengan menggunakan perangkat lunak.

5.1 SENSOR TEMPERATUR

Sensor temperatur baik temperatur kering maupun temperatur basah memerlukan kalibrasi sensor dan linierisasi sesuai dengan rangkaian tegangan pengontrol frekuensi yang digunakan.

Sensor temperatur LM335 dikalibrasi pada 25°C mengeluarkan tegangan output 2,98 V. Hal ini dapat dilakukan dengan memutar-mutar variable resistor pada pin adjustment LM335.

Linierisasi frekuensi gelombang kotak yang dihasilkan sensor temperatur memerlukan data-data empiris dari rangkaian tegangan pengontrol frekuensi yang digunakan. Dari data-data tersebut dicari hubungan matematik antara tegangan input dan frekuensi yang dihasilkan.

Tabel 5-1 menunjukkan data-data empiris yang dimaksudkan.

Dengan menggunakan metoda least squares data tersebut didekati dengan persamaan linier, didapat hubungan antara tegangan input VCO dan frekuensi yang dihasilkan yaitu:

TABEL 5-1 TEGANGAN INPUT VCO TERHADAP
FREKUENSI OUTPUT

| Tegangan Input | Frekuensi Output |
|----------------|------------------|
| 9,0 | 6575 |
| 9,1 | 6348 |
| 9,2 | 6135 |
| 9,3 | 5900 |
| 9,4 | 5695 |
| 9,5 | 5460 |
| 9,6 | 5256 |
| 9,7 | 5032 |
| 9,8 | 4798 |
| 9,9 | 4580 |
| 10,0 | 4370 |
| 10,1 | 4140 |
| 10,2 | 3928 |
| 10,3 | 3700 |
| 10,4 | 3477 |
| 10,5 | 3242 |
| 10,6 | 3029 |
| 10,7 | 2814 |
| 10,8 | 2575 |
| 10,9 | 2355 |
| 11,0 | 2134 |
| 11,1 | 1893 |
| 11,2 | 1672 |
| 11,3 | 1452 |

| | |
|------|------|
| 11,4 | 1226 |
| 11,5 | 997 |
| 11,6 | 790 |
| 11,7 | 556 |
| 11,8 | 327 |
| 11,9 | 0 |
| 12,0 | 0 |

Tegangan Input VCO = $11,953 - 4,483 \cdot 10^{-4}$ Frekuensi

Hubungan antara tegangan output sensor temperatur dengan tegangan input VCO adalah tegangan output sensor temperatur dikuatkan 3,4 kali dan digunakan sebagai tegangan input VCO. Berdasarkan hubungan itu didapat persamaan matematik antara tegangan output sensor temperatur terhadap frekuensi output VCO yaitu:

Tegangan Output LM335 = $3,515 - 1,318 \cdot 10^{-4}$ Frekuensi

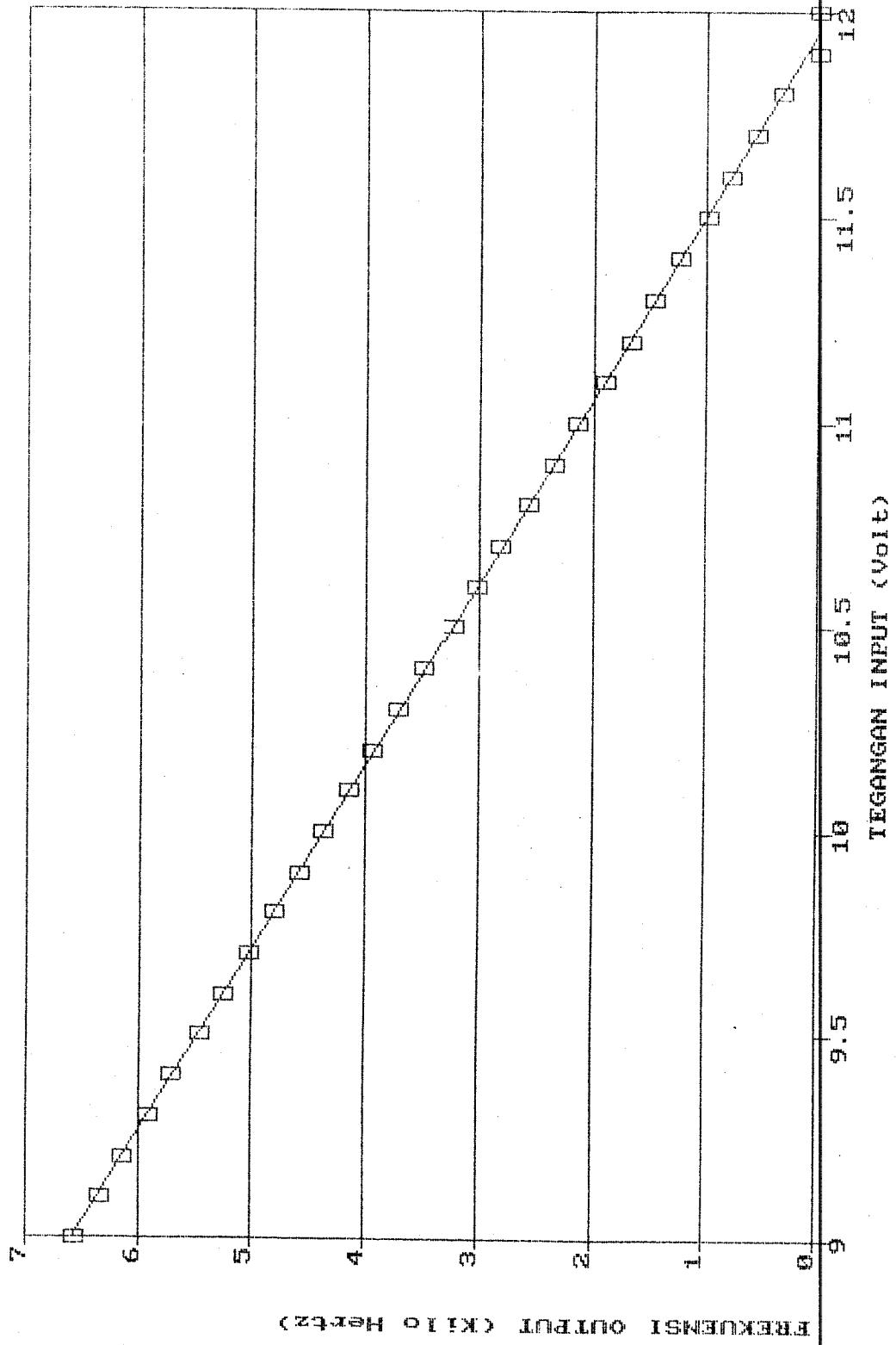
Hubungan antara temperatur dengan tegangan output sensor LM335 adalah:

$$\text{Temperatur} = \frac{\text{Tegangan Output LM335} - 2,98}{10 \cdot 10^{-3}} + 25^{\circ}\text{C}$$

Dengan men-substitusi dua persamaan terakhir didapat

PERMATA
INSTITUT TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA

HUBUNGAN TEGANGAN INPUT TERHADAP FREKUENSI OUTPUT

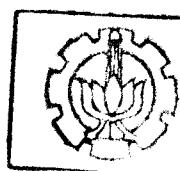


THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 1 -

$$(2.666E+01) + (-2.231E+00) * X$$

GAMBAR 5-1

HUBUNGAN TEGANGAN INPUT VCO TERHADAP FREKUENSI OUTPUT



hubungan antara temperatur dengan frekuensi output VCO yaitu:

$$\text{Temperatur} : -0.0132 \text{ Frekuensi} + 78.549$$

Persamaan itu digunakan dalam perangkat lunak untuk memperoleh harga temperatur yang sebenarnya.

5.2. SENSOR KECEPATAN ANGIN

Sensor kecepatan angin adalah sensor mekanik yang merubah kecepatan linier angin menjadi kecepatan sudut untuk memutar piringan berlubang sehingga menghasilkan gelombang kotak. Kalibrasi yang dimaksud di sini adalah mencari hubungan berupa persamaan matematik antara kecepatan angin yang memutar mangkok angin dengan frekuensi gelombang kotak yang dihasilkan.

Variable sensor kecepatan angin adalah kecepatan angin. Untuk mendapatkan hubungan antara kecepatan angin dengan frekuensi gelombang kotak yang dihasilkan maka sensor harus ditiup dengan angin yang kecepatannya dapat diatur. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan terowongan angin. Karena keterbatasan sarana, pengambilan data dengan cara demikian tidak dapat dilakukan.

Data empiris sensor kecepatan angin diambil dengan menggunakan cara lain. Cara tersebut cukup sederhana yaitu dengan membawa sensor kecepatan angin dengan kendaraan bermotor pada kecepatan tertentu ketika tidak ada angin yang bertiup., sehingga gerak relatif sensor

terhadap udara dapat diekivalenkan dengan sensor tersebut ditiup angin dengan kecepatan yang sama.. Hal ini dapat dijelaskan dengan menggunakan Hukum Newton ke-3. Hukum tersebut menyatakan, jika sebuah benda mengerjakan gaya pada benda lain, maka benda ke dua mengerjakan gaya yang sama pada benda pertama dalam garis kerja yang sama, tetapi berlawanan arah.

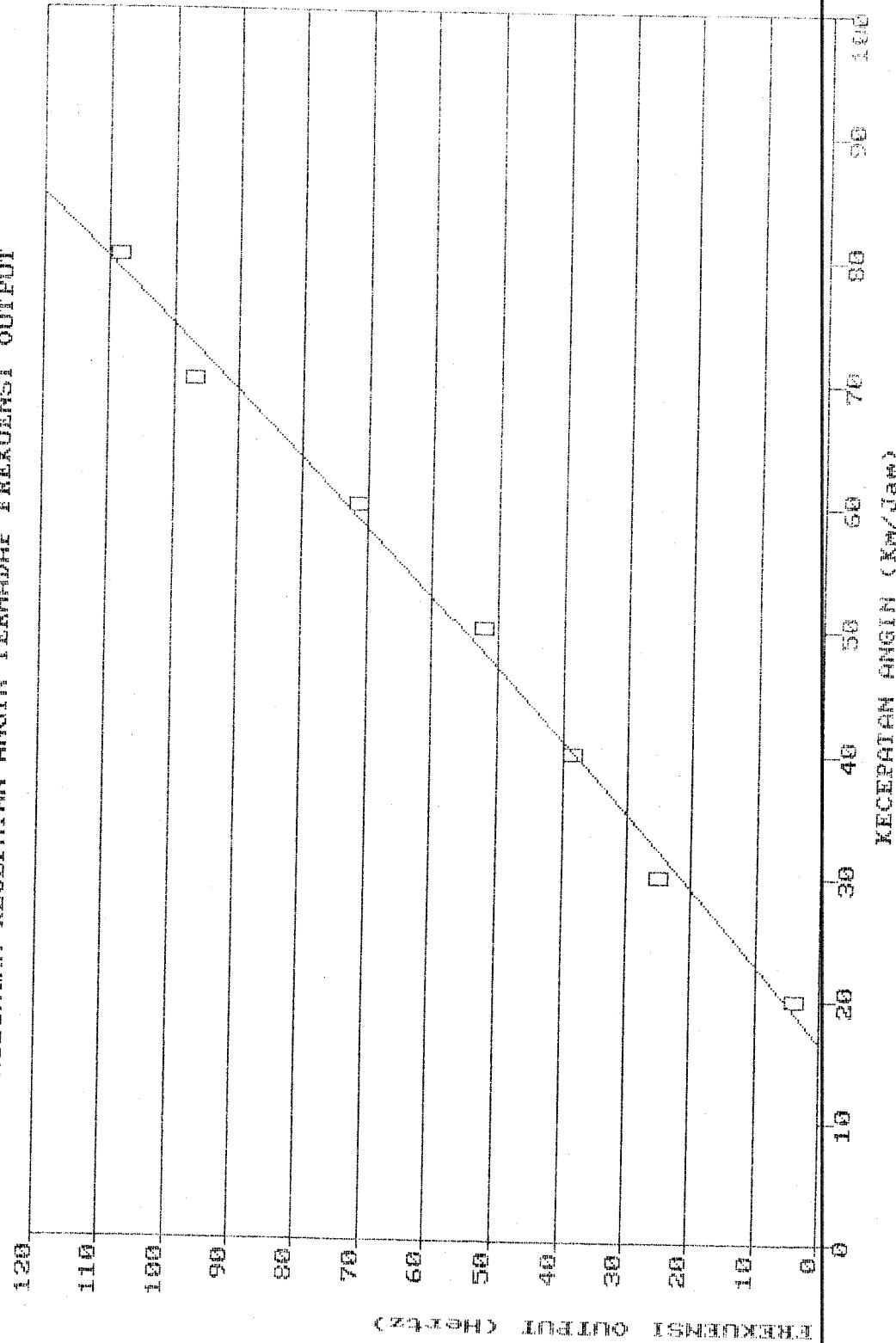
Pengambilan data empiris ini diambil dengan mengukur besarnya frekuensi gelombang kotak yang dihasilkan untuk kecepatan kendaraan bermotor yang bervariasi dari 20 km/jam sampai 80 km/jam. Data hasil pengukuran terlihat pada tabel 5-2.

TABEL 5.2 KECEPATAN ANGIN TERHADAP FREKUENSI OUTPUT

| Kecepatan (km/jam) | Frekuensi (Hz) |
|--------------------|----------------|
| 20 | 3,9 |
| 30 | 25,1 |
| 40 | 38,5 |
| 50 | 52,3 |
| 60 | 71,2 |
| 70 | 86,8 |
| 80 | 108,4 |

Dengan menggunakan metoda least squares data tersebut didekati dengan persamaan kwadrat, didapat hubungan antara kecepatan angin terhadap frekuensi gelombang kotak yang dihasilkan yaitu:

HUBUNGAN KECEPATAN ANGIN TERHADAP FREKUENSI OUTPUT



GAMBAR 5-2

HUBUNGAN KECEPATAN ANGIN TERHADAP FREKUENSI OUTPUT

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 1

$$(-2 \cdot 503E+01) + (1 \cdot 472E+02) \cdot X + (-2 \cdot 762E+01) \cdot X^2$$

$$F = 2,761 \cdot 10^{-3} v^2 + 1,472 v - 2,503 \cdot 10^1$$

Nilai kecepatan angin diperoleh dengan mencari nilai v yang positif.

$$2,761 \cdot 10^{-3} v^2 + 1,472 v - (2,503 \cdot 10^1 + F) = 0$$

$$v = \frac{-1,472 + \sqrt{2,166784 + 0,011044 (2,503 \cdot 10^1 + F)}}{5,522 \cdot 10^{-3}}$$

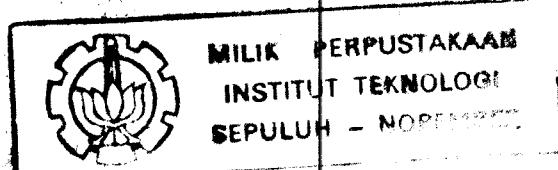
Persamaan tersebut digunakan untuk melakukan linierisasi sensor kecepatan angin.

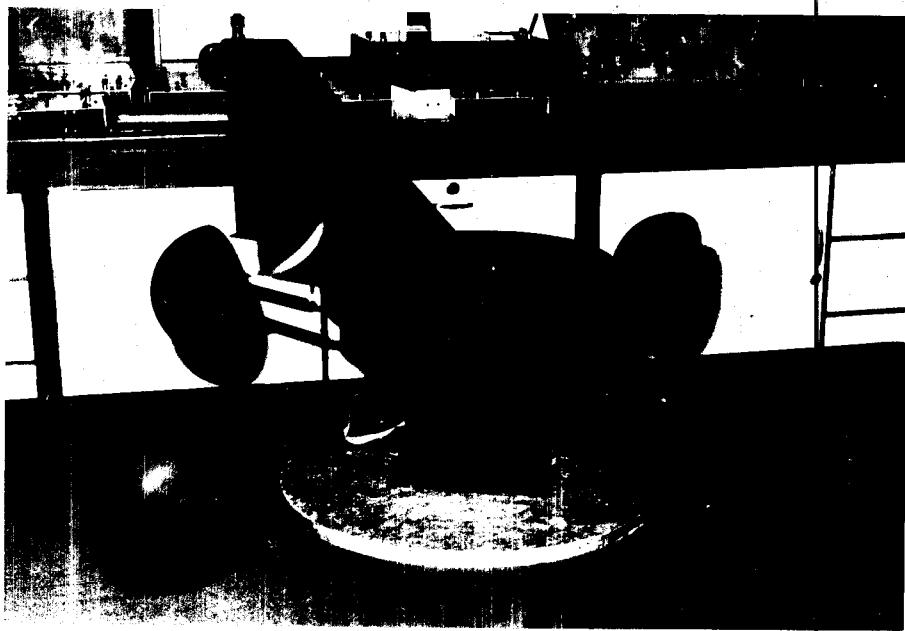
5.3 SENSOR ARAH ANGIN

Kalibrasi sensor arah angin di sini adalah pengaturan posisi sirip sensor arah angin sehingga mengeluarkan kode digital yang telah direncanakan jika sirip menunjukkan arah yang sesuai. Kalibrasi pada salah satu arah akan mengkalibrasi seluruh arah.

Di sini kalibrasi dilakukan dengan mengatur sirip sensor arah angin menunjuk ke Utara, lalu mengatur badan sensor sedemikian rupa sehingga kode digital yang keluar adalah 00000.

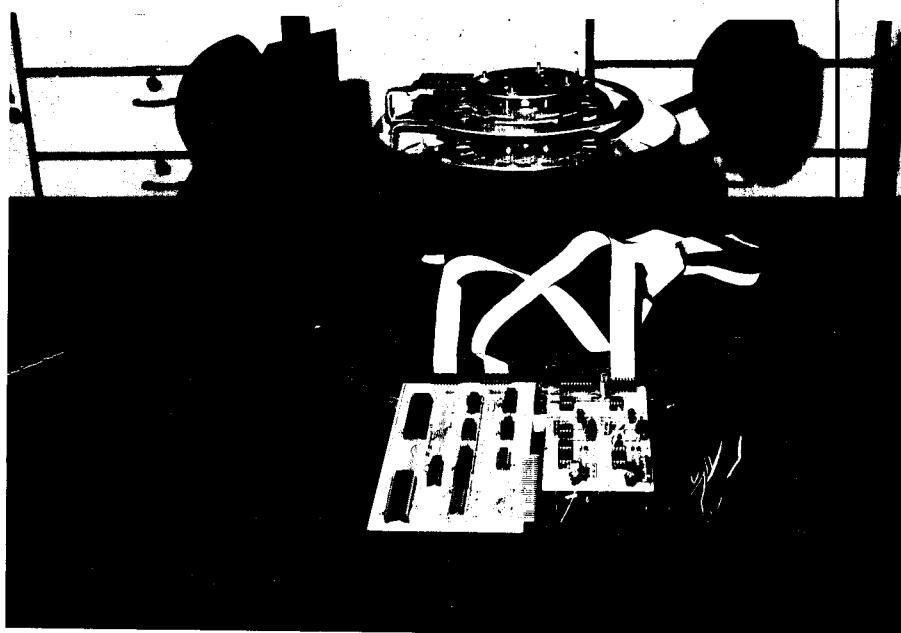
Kalibrasi dapat dilakukan dengan arah yang lain dengan kode digital yang bersesuaian.





GAMBAR 5-3

PERALATAN MEKANIK SENSOR KECEPATAN DAN ARAH ANGIN



GAMBAR 5-4

ALAT PENDETEKSI DAN PENGUKUR PARAMETER CUACA

B A B 6

P E N U T U P

Atas dasar perencanaan dan pembuatan alat pendeteksi dan pengukur parameter cuaca ini, kesimpulan dan saran yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

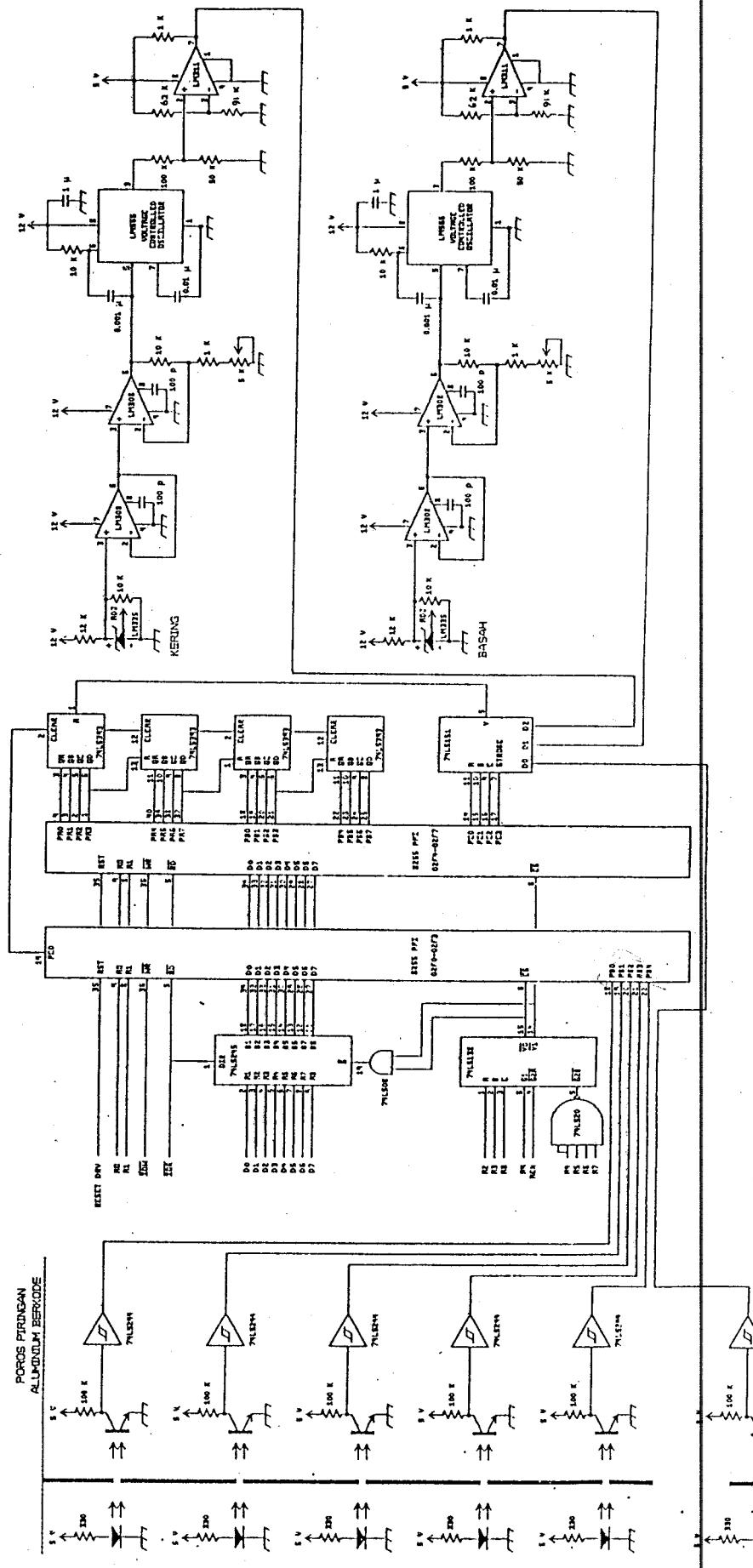
1. Penggunaan teknik interfacing mikrokomputer dalam pembuatan alat pendeteksi dan pengukur parameter cuaca, memiliki beberapa keuntungan antara lain keluwesan yang tinggi karena perangkat lunak yang mendukungnya, penampilan yang dapat dibuat lebih menarik, data pengukuran dapat disimpan dalam media floppy disk, dan lain-lain.
2. Kecepatan angin yang rendah tidak mampu memutar mangkok angin dan sirip arah angin. Hal ini disebabkan karena ketidaksempurnaan peralatan mekanik yang dibuat, sehingga gaya gesek pada poros peralatan tersebut cukup besar.
3. Pengukuran yang akurat pada temperatur dan kelembaban relatif udara tidak dapat cepat karena keterbatasan waktu respon dari sensor LM335. Tetapi hal ini dapat diabaikan karena perubahan parameter-parameter cuaca tersebut secara alamiah tidak cepat.
4. Alat pendeteksi dan pengukur parameter cuaca ini dapat dikembangkan lebih lanjut dalam berbagai bidang yang memerlukan data-data parameter cuaca. Misalnya:

- a. Penambahan parameter cuaca yang diukur ,sesuai dengan kebutuhan misalnya, menambah sensor tekanan udara, sensor curah hujan, dan lain-lain.
- b. Pengiriman data-data cuaca lewat modem ke tempat yang memerlukannya.
- c. Pengembangan rangkaian untuk mengontrol peralatan berdasarkan data parameter cuaca.

DAFTAR PUSTAKA

- Coffron, James W., *The IBM PC Connection*, Sybex.
- Eggebrecht, Lewis C., *Interfacing to the IBM Personal Computer*, Howard W. Sams & Co., Inc., Indianapolis, Indiana, 1983.
- Fribance, Austin E., *Industrial Instrumentation Fundamentals*, McGraw-Hill, Inc., 1962.
- Garg, Satya P., *Fortran IV and Engineering Applications*, Nemchand & Bros Roorkee, India, 1976.
- Goldbrough, Paul F., *Microcomputer Interfacing With the 8255 PPI Chip*, Howard W. Sams & Co. Inc., Indianapolis, Indiana, 1979.
- Hall, Douglas V., *Microprocessors and Interfacing: Programming and Hardware*, McGraw-Hill, Singapore, 1986.
- Holzner, Steven, *Advanced Assembly Language on the IBM PC*, Prentice-Hall Press, New York.
- Horowitz, Paul; Winfield Hill, *The Art of Electronics*, Cambridge Press University, 1980.
- IC Applications Staff of Texas Instruments Incorporated, *Designing with TTL Integrated Circuits*, McGraw-Hill International Book Company, Tokyo, 1979.
- Jogiyanto H.M., *Teori dan Aplikasi Program Komputer Bahasa Pascal*, Penerbit Andi Offset, Yogyakarta, 1989.
- Krutz, Ronald L., *Interfacing Techniques In Digital Design With Emphasis On Microprocessors*, John Wiley & Sons, Inc., USA, 1988.
- Schuler, Charles A.; William L. McNamee, *Industrial Electronics and Robotics*, McGraw-Hill Book Co., Singapore, 1986.
- Short, Kenneth L., *Microprocessors and Programmed Logic*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliff, 1981.
- , *IBM PC/XT Technical Reference*, IBM.
- , *Linier Data Book*, National Semiconductors Co., Santa Clara, 1982.
- , *Logic Data Book*, National Semiconductors Co., Santa Clara, 1982

A. RANGKAIAN LENGKAP



B. DATA SHEETS

LM108/LM208/LM308



**National
Semiconductor**

Operational Amplifiers/Buffers

LM108/LM208/LM308 Operational Amplifiers

General Description

The LM108-series are precision operational amplifiers having specifications a factor of ten better than FET amplifiers over a -55°C to $+125^{\circ}\text{C}$ temperature range. Selected units are available with offset voltages less than 1.0 mV and drifts less than $5\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$, again over the military temperature range. This makes it possible to eliminate offset adjustments, in most cases, and obtain performance approaching chopper stabilized amplifiers.

The devices operate with supply voltages from $\pm 2\text{V}$ to $\pm 20\text{V}$ and have sufficient supply rejection to use unregulated supplies. Although the circuit is interchangeable with and uses the same compensation as the LM101A, an alternate compensation scheme can be used to make it particularly insensitive to power supply noise and to make supply bypass capacitors unnecessary. Outstanding characteristics include:

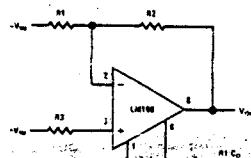
- Maximum input bias current of 3.0 nA over temperature
- Offset current less than 400 pA over temperature
- Supply current of only 300 μA , even in saturation
- Guaranteed drift characteristics

The low current error of the LM108 series makes possible many designs that are not practical with conventional amplifiers. In fact, it operates from $10\text{ M}\Omega$ source resistances, introducing less error than devices like the 709 with $10\text{ k}\Omega$ sources. Integrators with drifts less than $500\mu\text{V/sec}$ and analog time delays in excess of one hour can be made using capacitors no larger than $1\mu\text{F}$.

The LM108 is guaranteed from -55°C to $+125^{\circ}\text{C}$, the LM208 from -25°C to $+85^{\circ}\text{C}$, and the LM308 from 0°C to $+70^{\circ}\text{C}$.

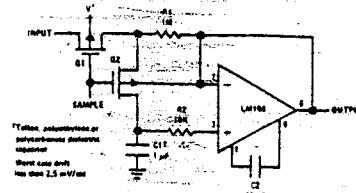
Compensation Circuits

Standard Compensation Circuit

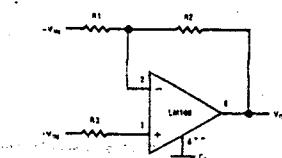


Typical Applications

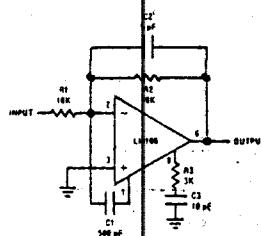
Sample and Hold



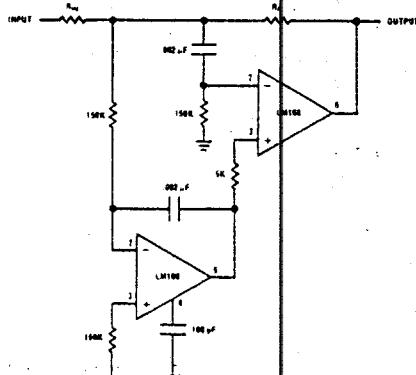
Alternate* Frequency Compensation



Feedforward Compensation



High Speed Amplifier with Low Drift and Low Input Current



LM108/LM208/LM308

Absolute Maximum Ratings

| | LM108/LM208 | LM308 |
|--|-----------------|-----------------|
| Supply Voltage | ±20V | ±18V |
| Power Dissipation (Note 1) | 500 mW | 500 mW |
| Differential Input Current (Note 2) | ±10 mA | ±10 mA |
| Input Voltage (Note 3) | ±15V | ±15V |
| Output Short-Circuit Duration | Indefinite | Indefinite |
| Operating Temperature Range (LM108) | -55°C to +125°C | 0°C to +70°C |
| (LM208) | -25°C to +85°C | |
| Storage Temperature Range | -65°C to +150°C | -65°C to +150°C |
| Lead Temperature (Soldering; 10 seconds) | 300°C | 300°C |

Electrical Characteristics (Note 4)

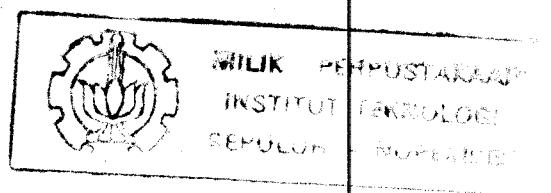
| PARAMETER | CONDITIONS | LM108/LM208 | | | LM308 | | UNITS |
|---|--|-------------|------|-----|-------|-----|--------|
| | | MIN | TYP | MAX | MIN | TYP | |
| Input Offset Voltage | TA = 25°C | | 0.2 | 2.0 | | 2.0 | 7.5 mV |
| Input Offset Current | TA = 25°C | | 0.05 | 0.2 | | 0.2 | 1 nA |
| Input Bias Current | TA = 25°C | | 0.8 | 2.0 | | 1.5 | nA |
| Input Resistance | TA = 25°C | 30 | 70 | 100 | 40 | 100 | MΩ |
| Supply Current | TA = 25°C | | 0.3 | 0.6 | | 0.3 | 0.8 mA |
| Large Signal Voltage Gain | TA = 25°C, VS = ±15V, VOUT = ±10V, RL ≥ 10 kΩ | 50 | 300 | 25 | 300 | 25 | V/mV |
| Input Offset Voltage | | | | 3.0 | | 10 | mV |
| Average Temperature Coefficient of Input Offset Voltage | | | 3.0 | 15 | | 6.0 | μV/°C |
| Input Offset Current | | | | 0.4 | | 1.5 | nA |
| Average Temperature Coefficient of Input Offset Current | | | 0.5 | 2.5 | | 2.0 | pA/°C |
| Input Bias Current | | | | 3.0 | | 10 | nA |
| Supply Current | TA = 125°C | | 0.15 | 0.4 | | 10 | mA |
| Large Signal Voltage Gain | VS = ±15V, VOUT = ±10V RL ≥ 10 kΩ | 25 | | 15 | | 15 | V/mV |
| Output Voltage Swing | VS = ±15V, RL = 10 kΩ | ±13 | ±14 | ±13 | ±14 | ±14 | V |
| Input Voltage Range | VS = ±15V | ±13.5 | | ±14 | | ±14 | V |
| Common-Mode Rejection Ratio | | 85 | 100 | 80 | 100 | 100 | dB |
| Supply Voltage-Rejection Ratio | | 80 | 96 | 80 | 96 | 96 | dB |

Note 1: The maximum junction temperature of the LM108 is 150°C, for the LM208, 100°C and for the LM308, 85°C. For operating at elevated temperatures, devices in the TO-5 package must be derated based on a thermal resistance of 150°C/W, junction-to-ambient, or 46°C/W, junction-to-case. The thermal resistance of the dual-in-line package is 100°C/W, junction-to-ambient.

Note 2: The inputs are shunted with back-to-back diodes for overvoltage protection. Therefore, excessive current will flow if a differential input voltage in excess of 1V is applied between the inputs unless some limiting resistance is used.

Note 3: For supply voltages less than ±15V, the absolute maximum input voltage is equal to the supply voltage.

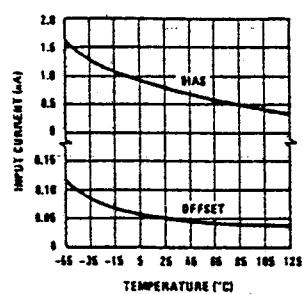
Note 4: These specifications apply for $\pm 5V \leq VS \leq \pm 20V$ and $-65^\circ C \leq TA \leq 125^\circ C$, unless otherwise specified. With the LM208, however, temperature specifications are limited to $-25^\circ C \leq TA \leq 85^\circ C$, and for the LM308 they are limited to $0^\circ C \leq TA \leq 70^\circ C$.



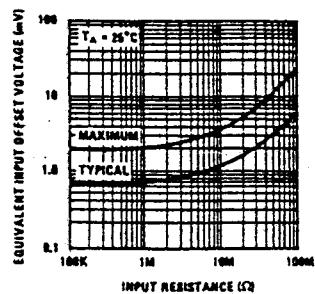
LM108/LM208/LM308

Typical Performance Characteristics LM108/LM208

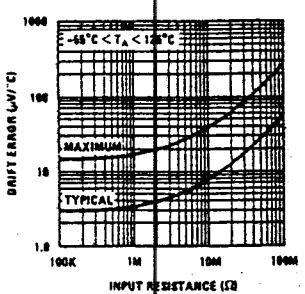
Input Currents



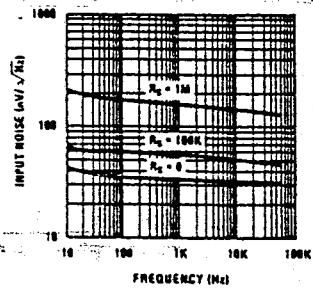
Offset Error



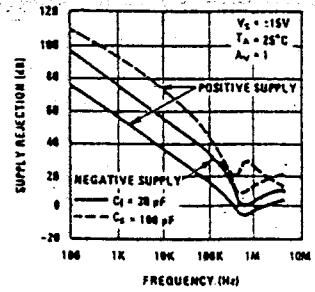
Drift Error



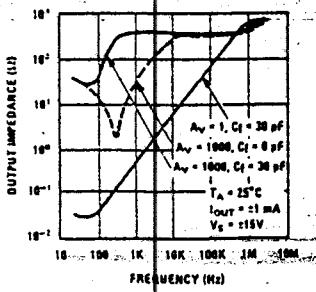
Input Noise Voltage



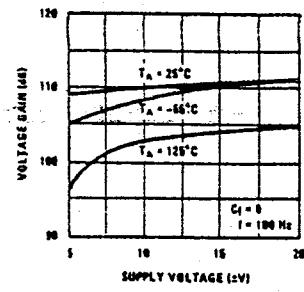
Power Supply Rejection



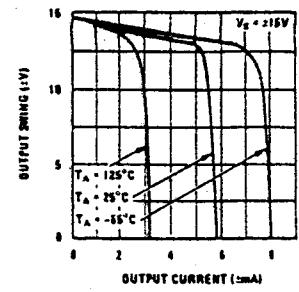
Closed Loop Output Impedance



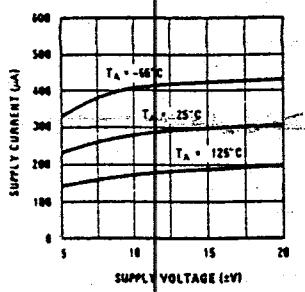
Voltage Gain



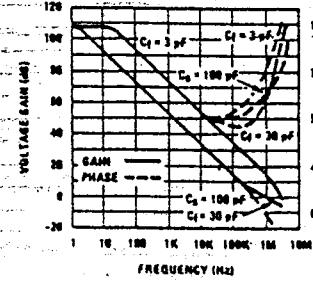
Output Swing



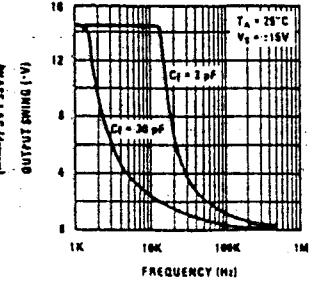
Supply Current



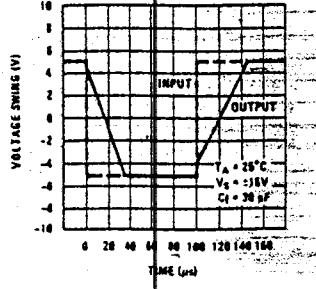
Open Loop Frequency Response



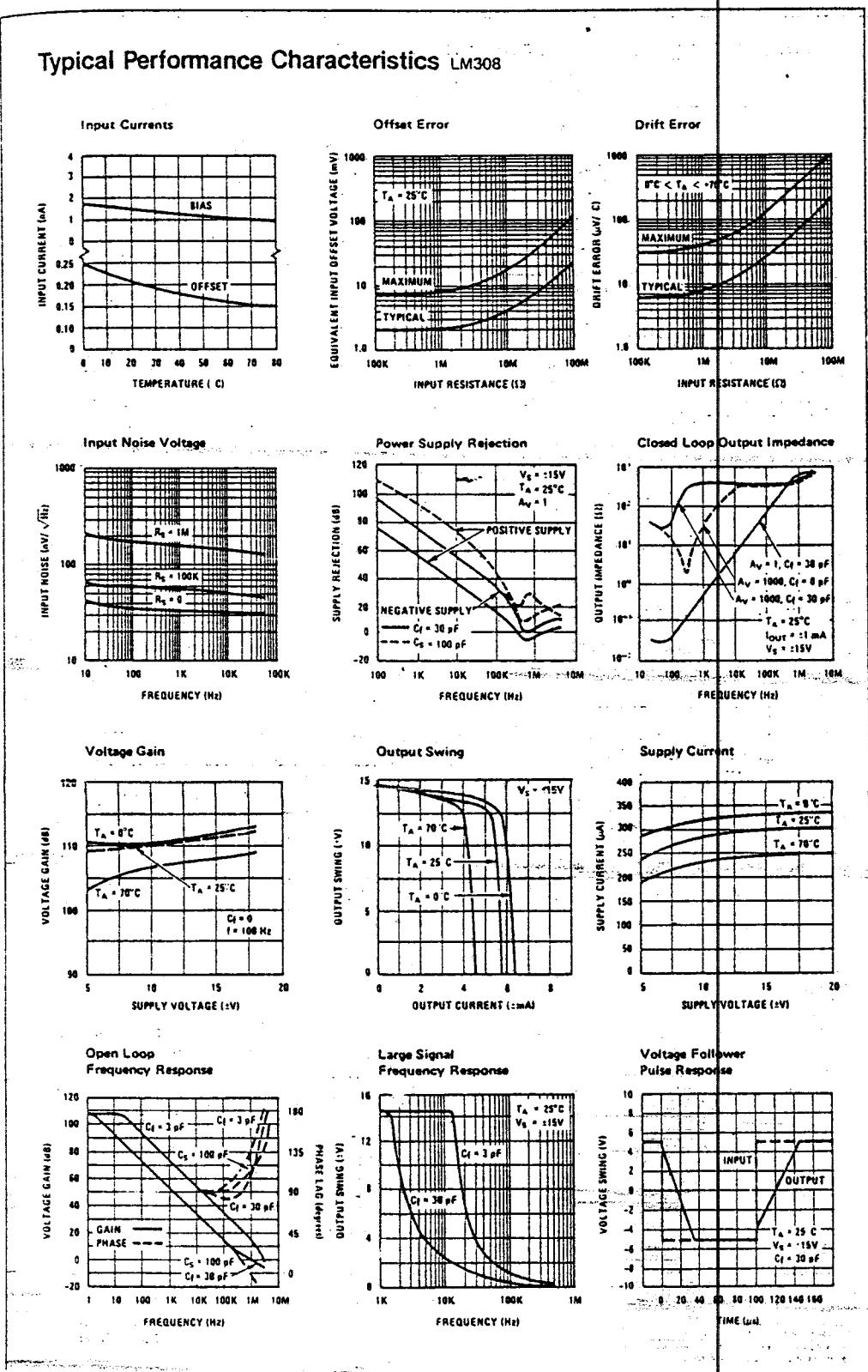
Large Signal Frequency Response



Voltage Follower Pulse Response

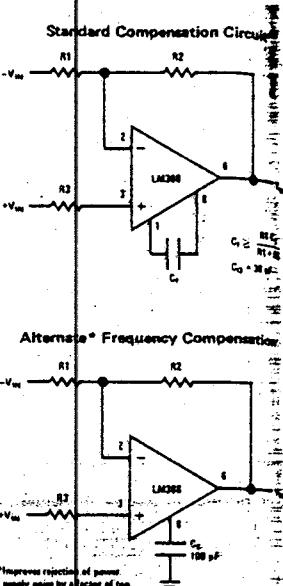
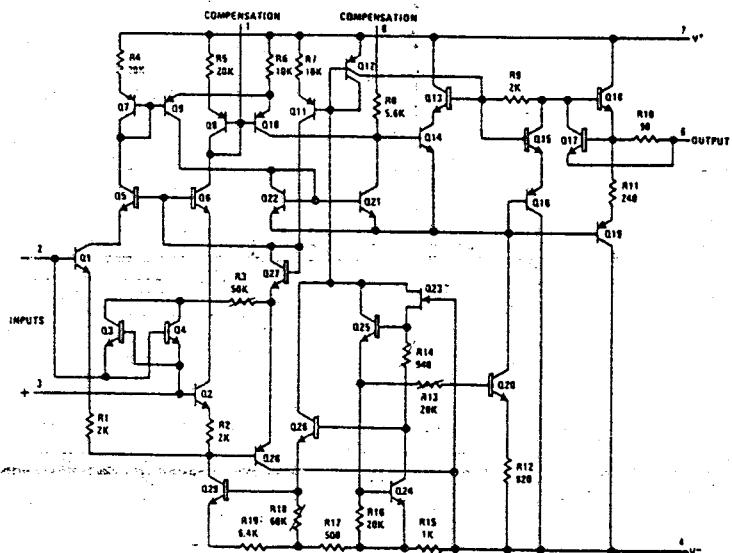


LM108/LM208/LM308



LM108/LM208/LM308

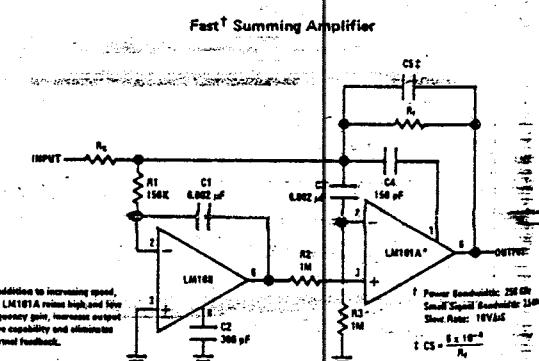
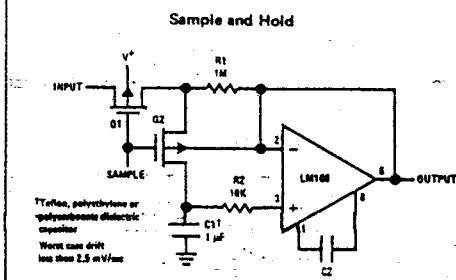
Schematic Diagram and Compensation Circuits



Alternate* Frequency Compensation

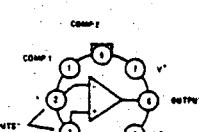
*Improves rejection of power supply noise by a factor of ten.

Typical Applications (Continued)



Connection Diagrams

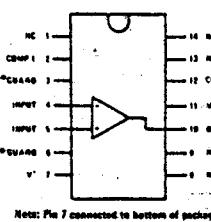
Metal Can Package



Order Number LM108H
LM208H or LM308H
See NS Package H08C

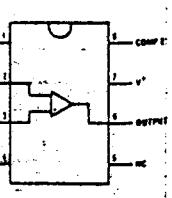
*Pin connections shown as schematic diagram are for TO-5 package.
**Unused pin (no internal connection) to allow for input anti-leakage guard ring on printed circuit board layout.

Dual-In-Line Package



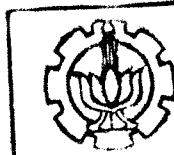
Order Number LM108J,
LM208J or LM308J
See NS Package J14A

Dual-In-Line Package



Order Number LM108J-8,
LM208J-8 or LM308J-8
See NS Package J08A

Order Number LM308N
See NS Package N08B



PERPUSTAKAAN
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH - NOPIENRENG

LM311



**National
Semiconductor**

LM311 Voltage Comparator

General Description

The LM311 is a voltage comparator that has input currents more than a hundred times lower than devices like the LM306 or LM710C. It is also designed to operate over a wider range of supply voltages: from standard $\pm 15V$ op amp supplies down to the single 5V supply used for IC logic. Its output is compatible with RTL, DTL and TTL as well as MOS circuits. Further, it can drive lamps or relays, switching voltages up to 40V at currents as high as 50 mA.

Features

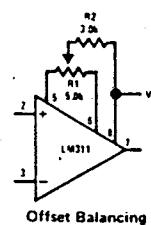
- Operates from single 5V supply
- Maximum input current: 250 nA
- Maximum offset current: 50 nA

Voltage Comparators

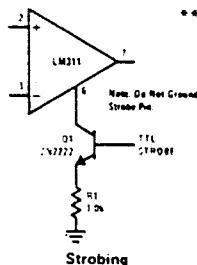
- Differential input voltage range: $\pm 30V$
- Power consumption: 135 mW at $\pm 15V$

Both the input and the output of the LM311 can be isolated from system ground, and the output can drive loads referred to ground, the positive supply or the negative supply. Offset balancing and strobe capability are provided and outputs can be wire OR'ed. Although slower than the LM306 and LM710C (200 ns response time vs 40 ns) the device is also much less prone to spurious oscillations. The LM311 has the same pin configuration as the LM306 and LM710C. See the "application hints" of the LM311 for application help.

Auxiliary Circuits **

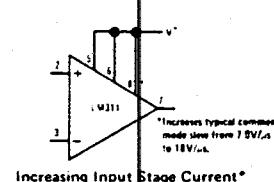


Offset Balancing



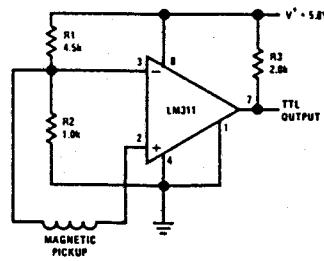
Strobing

** Note: Pin connections shown on schematic diagram and typical applications are for TO-5 package.

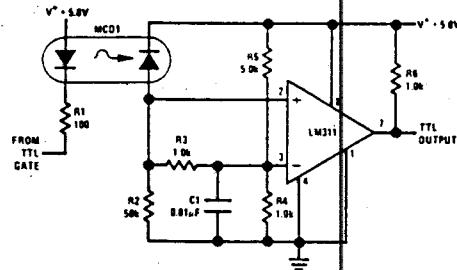


Increasing Input Stage Current*

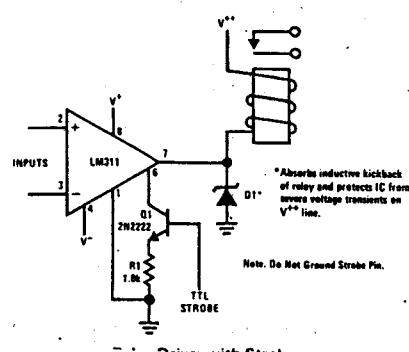
Typical Applications **



Detector for Magnetic Transducer

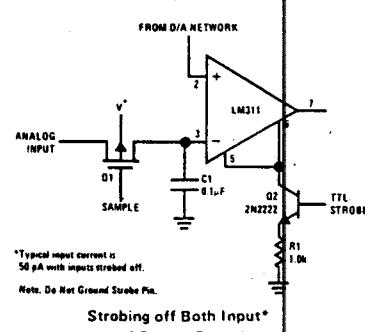


Digital Transmission Isolator



*Absorbs inductive kickback of relay and protects IC from reverse voltage transients on V^+ line.
Note: Do Not Ground Strobe Pin.

Inputs
TTL STROBE
Note: Do Not Ground Strobe Pin.

Strobing off Both Input*
and Output Stages

*Typical input current is 50 pA with inputs strobed off.
Note: Do Not Ground Strobe Pin.

M311

Absolute Maximum Ratings

| | |
|--|----------------|
| Total Supply Voltage ($V_{S\pm}$) | 36V |
| Output to Negative Supply Voltage ($V_{1\pm}$) | 40V |
| Ground to Negative Supply Voltage ($V_{1\pm}$) | 30V |
| Differential Input Voltage | $\pm 30V$ |
| Input Voltage (Note 1) | $\pm 15V$ |
| Power Dissipation (Note 2) | 500 mW |
| Output Short Circuit Duration | 10 sec |
| Operating Temperature Range | 0°C to 70°C |
| Storage Temperature Range | -65°C to 150°C |
| Lead Temperature (soldering, 10 sec) | 300°C |
| Voltage at Strobe Pin | $V^+ - 5V$ |

Electrical Characteristics (Note 3)

| PARAMETER | CONDITIONS | MIN | TYP | MAX | UNITS |
|-------------------------------|---|-------|-------------|------|-------|
| Input Offset Voltage (Note 4) | $T_A = 25^\circ C, R_S \leq 50k$ | | 2.0 | 7.5 | mV |
| Input Offset Current (Note 4) | $T_A = 25^\circ C$ | | 6.0 | 50 | nA |
| Input Bias Current | $T_A = 25^\circ C$ | | 100 | 250 | nA |
| Voltage Gain | $T_A = 25^\circ C$ | 40 | 200 | | V/mV |
| Response Time (Note 5) | $T_A = 25^\circ C$ | | 200 | | ns |
| Saturation Voltage | $V_{IN} \leq -10 mV, I_{OUT} = 50 mA$ $T_A = 25^\circ C$ | | 0.75 | 1.5 | V |
| Strobe ON Current | $T_A = 25^\circ C$ | | 3.0 | | mA |
| Output Leakage Current | $V_{IN} \geq 10 mV, V_{OUT} = 35V$ $T_A = 25^\circ C, I_{STROBE} = 3 mA$ | | 0.2 | 50 | nA |
| Input Offset Voltage (Note 4) | $R_S \leq 50k$ | | | 10 | mV |
| Input Offset Current (Note 4) | | | | 70 | nA |
| Input Bias Current | | | | 300 | nA |
| Input Voltage Range | | -14.5 | 13.8, -14.7 | 13.0 | V |
| Saturation Voltage | $V^+ \geq 4.5V, V^- = 0$ $V_{IN} \leq -10 mV, I_{SINK} \leq 8 mA$ | | 0.23 | 0.4 | V |
| Positive Supply Current | $T_A = 25^\circ C$ | | 5.1 | 7.5 | mA |
| Negative Supply Current | $T_A = 25^\circ C$ | | 4.1 | 5.0 | mA |

Note 1: This rating applies for $\pm 15V$ supplies. The positive input voltage limit is 30V above the negative input voltage limit is equal to the negative supply voltage or 30V below the positive supply, whichever is less.

Note 2: The maximum junction temperature of the LM311 is 110°C. For operating at elevated temperatures, devices in the TO-5 package must be derated based on a thermal resistance of 150°C/W, junction to ambient, or 45°C/W, junction to case. The thermal resistance of the dual-in-line package is 100°C/W, junction to ambient.

Note 3: These specifications apply for $V_S = \pm 15V$ and the Ground pin at ground, and $0^\circ C < T_A < +70^\circ C$, unless otherwise specified. The offset voltage, offset current and bias current specifications apply for any supply voltage from a single 5V supply up to $\pm 15V$ supplies.

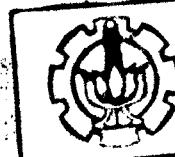
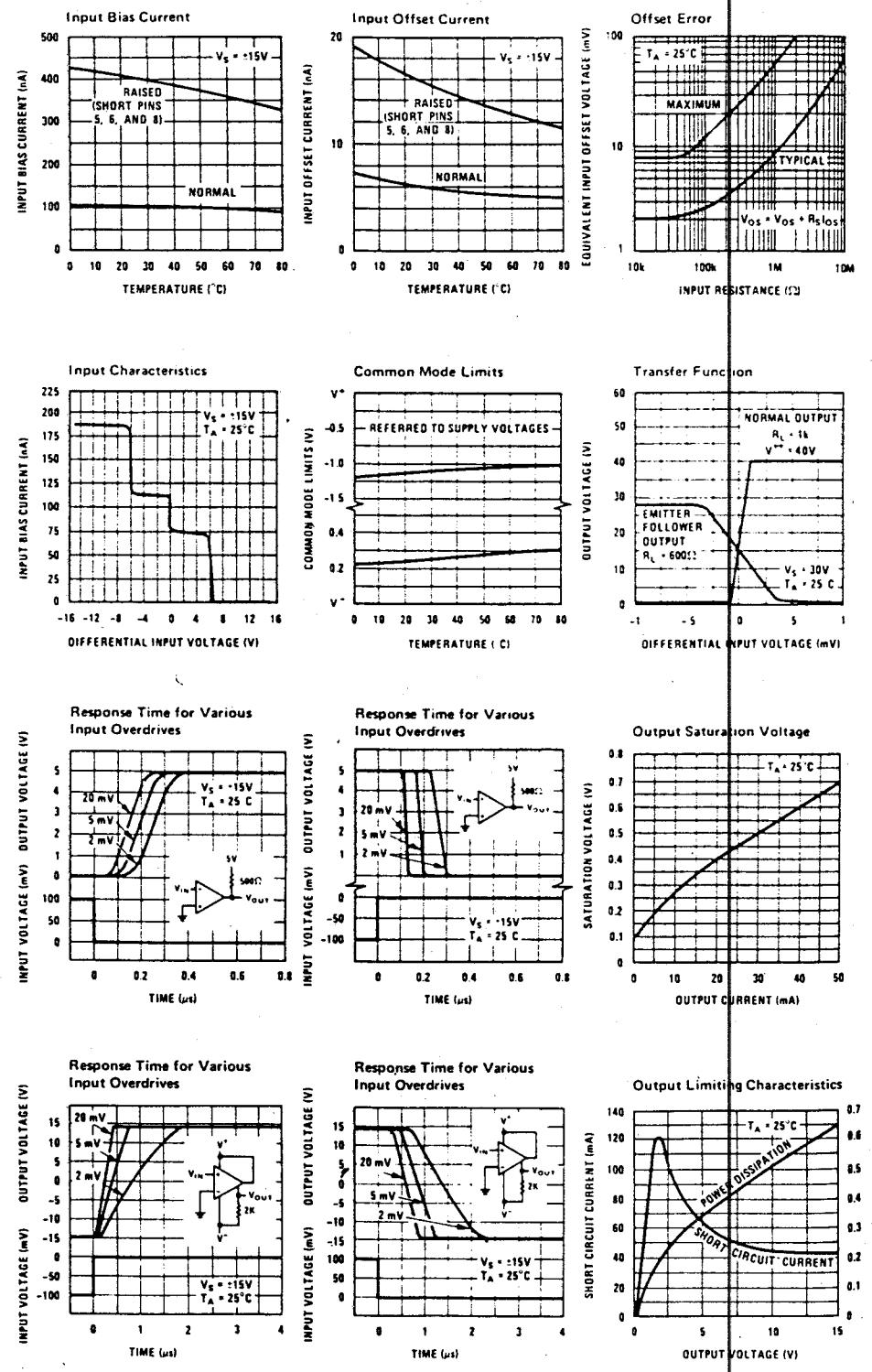
Note 4: The offset voltages and offset currents given are the maximum values required to drive the output within a volt of either supply with 1 mA load. Thus, these parameters define an error band and take into account the worst-case effects of voltage gain and input impedance.

Note 5: The response time specified (see definitions) is for a 100 mV input step with 5 mV overdrive.

Note 6: Do not short the strobe pin to ground; it should be current driven at 3 to 5 mA.

LM311

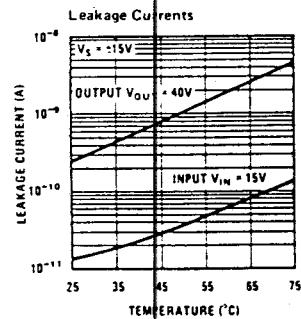
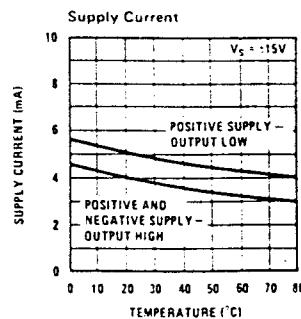
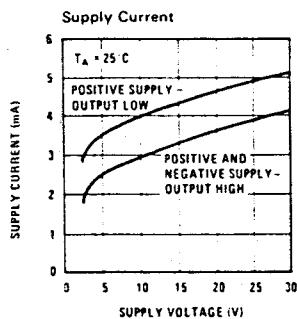
Typical Performance Characteristics



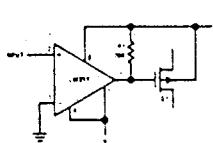
BILB PERPUSTAKAAN
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH - NOPEMBER

LM311

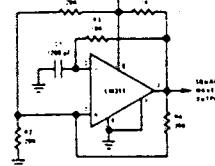
Typical Performance Characteristics (Continued)



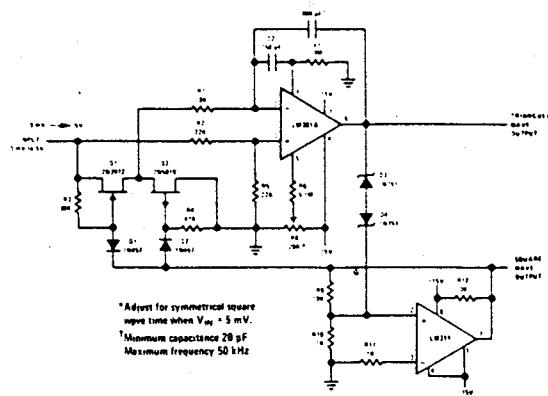
Typical Applications



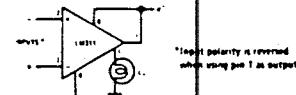
Zero Crossing Detector
Driving MOS Switch



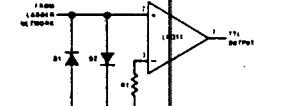
100 kHz Free Running Multivibrator



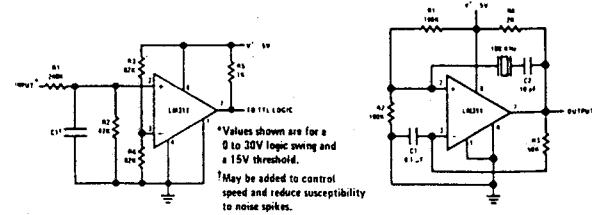
10 Hz to 10 kHz Voltage Controlled Oscillator



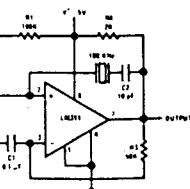
Driving Ground-Referred Load



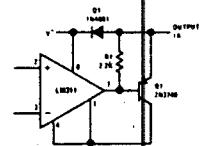
Using Clamp Diodes to Improve Response



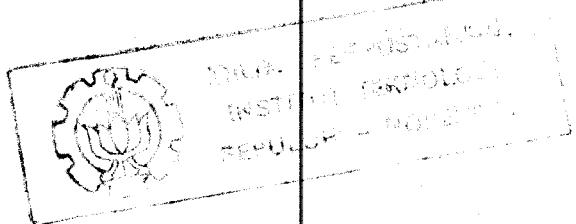
TTL Interface with High Level Logic



Crystal Oscillator

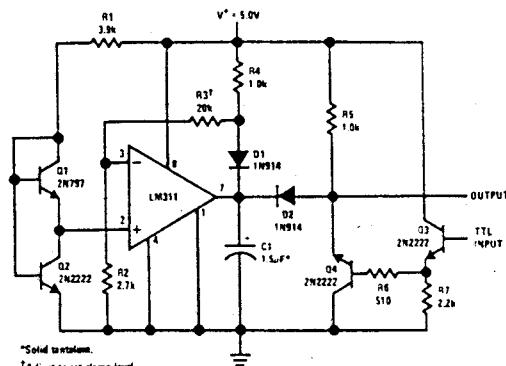


Comparator and Solenoid Driver



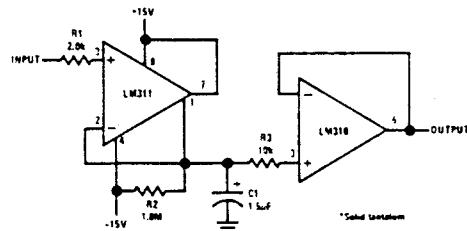
LM311

Typical Applications (Continued)

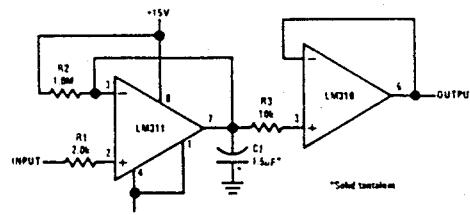


*Solid state
†Adjust to set clamp level.

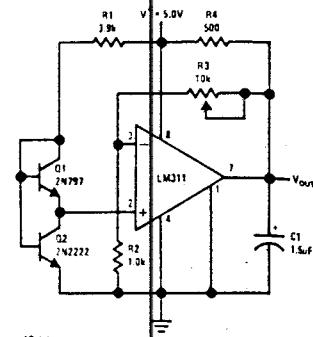
Precision Squarer



Positive Peak Detector

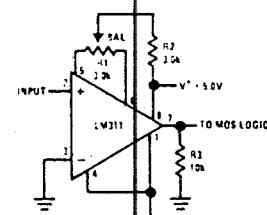


Negative Peak Detector

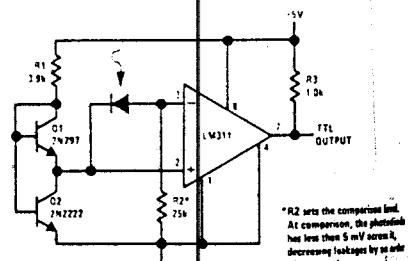


*Solid state

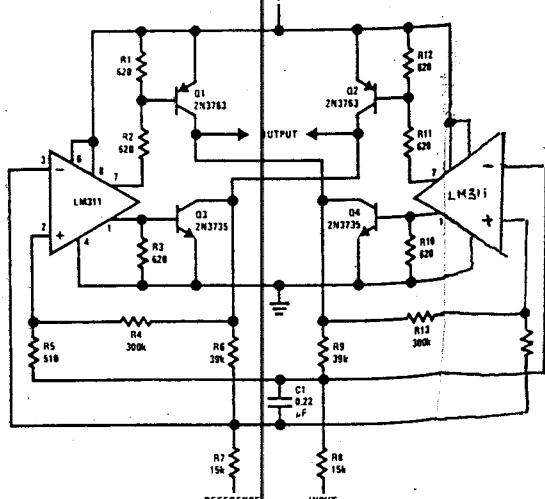
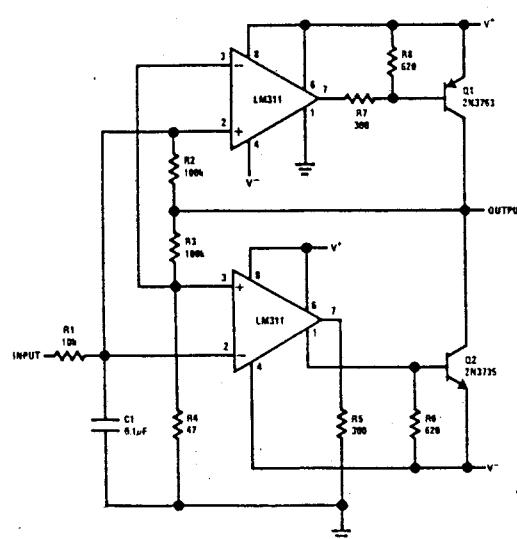
Low Voltage Adjustable Reference Supply



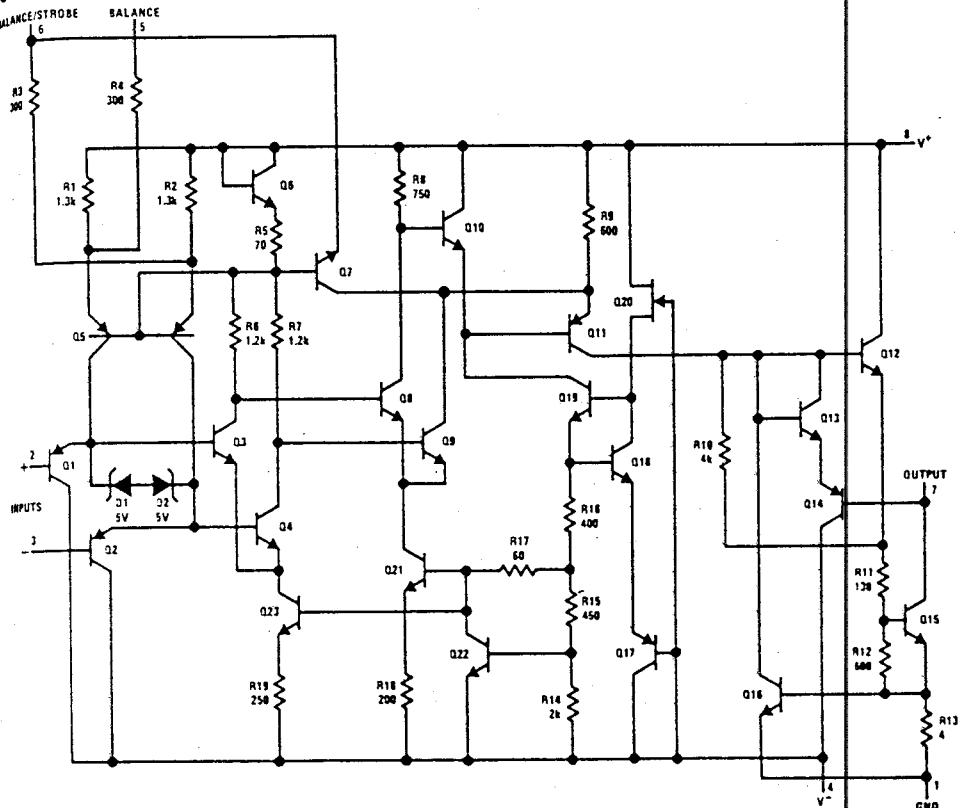
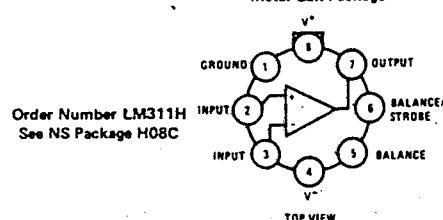
Zero Crossing Detector driving MOS logic



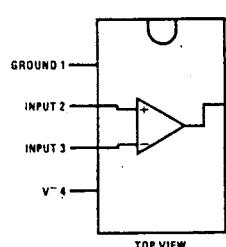
Precision Photodiode Comparator



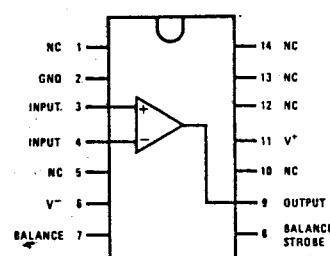
LM311

Schematic Diagram**Metal Can Package****Dual-In-Line Package**

Number LM311N
NS Package N08B
Number LM311J-8
NS Package J08A

**Dual-In-Line Package**

Order Number LM311N-14
See NS Package N14A
Order Number LM311J
See NS Package J14A



LM311

Application Hints

CIRCUIT TECHNIQUES FOR AVOIDING OSCILLATIONS IN COMPARATOR APPLICATIONS

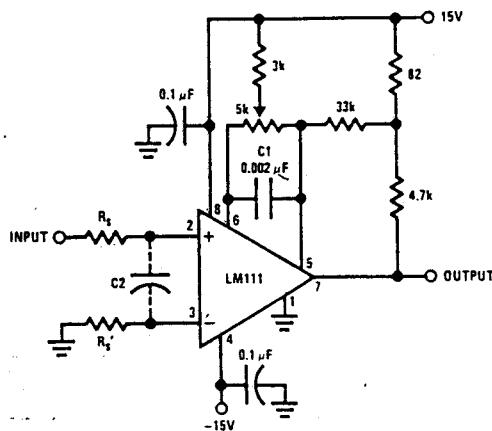
When a high-speed comparator such as the LM111 is used with fast input signals and low source impedances, the output response will normally be fast and stable, assuming that the power supplies have been bypassed (with 0.1 μF disc capacitors), and that the output signal is routed well away from the inputs (pins 2 and 3) and also away from pins 5 and 6.

However, when the input signal is a voltage ramp or a slow sine wave, or if the signal source impedance is high (1 $\text{k}\Omega$ to 100 $\text{k}\Omega$), the comparator may burst into oscillation near the crossing-point. This is due to the high gain and wide bandwidth of comparators like the LM111. To avoid oscillation or instability in such a usage, several precautions are recommended, as shown in *Figure 1* below.

1. The trim pins (pins 5 and 6) act as unwanted auxiliary inputs. If these pins are not connected to a trim-pot, they should be shorted together. If they are connected to a trim-pot, a 0.01 μA capacitor C1 between pins 5 and 6 will minimize the susceptibility to AC coupling. A smaller capacitor is used if pin 5 is used for positive feedback as in *Figure 1*.
2. Certain sources will produce a cleaner comparator output waveform if a 100 pF to 1000 pF capacitor C2 is connected directly across the input pins.
3. When the signal source is applied through a resistive network, R_S , it is usually advantageous to choose an R_S' of substantially the same value, both for DC and for dynamic (AC) considerations. Carbon, tin-oxide, and metal-film resistors have all been used successfully in comparator input circuitry. Inductive wirewound resistors are not suitable.

4. When comparator circuits use input resistors (e.g. summing resistors), their value and placement are particularly important. In all cases the body of the resistor should be close to the device or socket. In other words there should be very little lead length or printed-circuit foil run between comparator and resistor to radiate or pick up signals. The same applies to capacitors, pots, etc. For example, if $R_S = 10 \text{ k}\Omega$, as little as 5 inches of lead between the resistors and the input pins can result in oscillations that are very hard to damp. Twisting these input leads tightly is the only (second best) alternative to placing resistors close to the comparator.

5. Since feedback to almost any pin of a comparator can result in oscillation, the printed-circuit layout should be engineered thoughtfully. Preferably there should be a groundplane under the LM111 circuitry, for example, one side of a double-layer circuit card. Ground foil (or, positive supply or negative supply foil) should extend between the output and the inputs, to act as a guard. The foil connections for the inputs should be as small and compact as possible, and should be essentially surrounded by ground foil on all sides, to guard against capacitive coupling from any high-level signals (such as the output). If pins 5 and 6 are not used, they should be shorted together. If they are connected to a trim-pot, the trim-pot should be located, at most, a few inches away from the LM111, and the 0.01 μF capacitor should be installed. If this capacitor cannot be used, a shielding printed-circuit foil may be advisable between pins 6 and 7. The power supply bypass capacitors should be located within a couple inches of the LM111. (Some other comparators require the power supply bypass to be located immediately adjacent to the comparator.)



Pin connections shown are for LM111H in 8-lead TO-5 hermetic package

FIGURE 1 Improved Positive Feedback

WILHELM PERUSTATION
INSTITUT FÜR
TECHNOLOGIE
SÜD KOREA

LM311

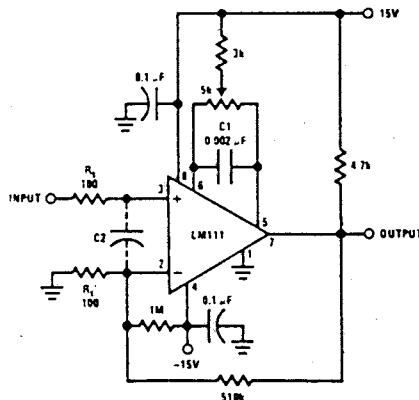
Application Hints (Continued)

6. It is a standard procedure to use hysteresis (positive feedback) around a comparator, to prevent oscillation, and to avoid excessive noise on the output because the comparator is a good amplifier for its own noise. In the circuit of *Figure 2*, the feedback from the output to the positive input will cause about 3 mV of hysteresis. However, if R_S is larger than 100Ω , such as $50\text{ k}\Omega$, it would not be reasonable to simply increase the value of the positive feedback resistor above $510\text{ k}\Omega$. The circuit of *Figure 3* could be used, but it is rather awkward. See the notes in paragraph 7 below.

7. When both inputs of the LM111 are connected to active signals, or if a high-impedance signal is driving the positive input of the LM111 so that positive feedback would be disruptive, the circuit of *Figure 1* is

ideal. The positive feedback is to pin 5 (one of the offset adjustment pins). It is sufficient to cause 1 to 2 mV hysteresis and sharp transitions with input triangle waves from a few Hz to hundreds of kHz. The positive-feedback signal across the 82Ω resistor swings 240 mV below the positive supply. This signal is centered around the nominal voltage at pin 5, so this feedback does not add to the V_{OS} of the comparator. As much as 8 mV of V_{OS} can be trimmed out, using the $5\text{ k}\Omega$ pot and $3\text{ k}\Omega$ resistor as shown.

8. These application notes apply specifically to the LM111, LM211, LM311, and LF111 families of comparators, and are applicable to all high-speed comparators in general, (with the exception that not all comparators have trim pins).



Pin connections shown are for LM111H in 8-lead TO-5 hermetic package

FIGURE 2. Conventional Positive Feedback

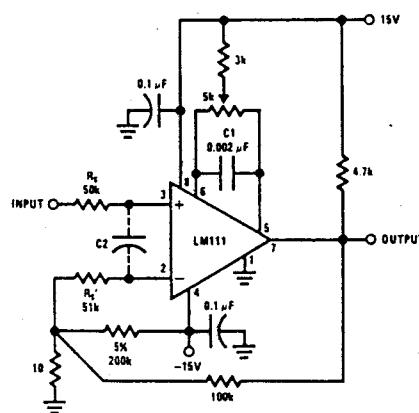


FIGURE 3. Positive Feedback With High Source Resistance

LM135/LM235/LM335, LM135A/LM235A/LM335A



**National
Semiconductor**

Industrial Blocks

LM135/LM235/LM335, LM135A/LM235A/LM335A Precision Temperature Sensors

General Description

The LM135 series are precision, easily-calibrated, integrated circuit temperature sensors. Operating as a 2-terminal zener, the LM135 has a breakdown voltage directly proportional to absolute temperature at $+10 \text{ mV}/^\circ\text{K}$. With less than 1Ω dynamic impedance the device operates over a current range of $400 \mu\text{A}$ to 5 mA with virtually no change in performance. When calibrated at 25°C the LM135 has typically less than 1°C error over a 100°C temperature range. Unlike other sensors the LM135 has a linear output.

Applications for the LM135 include almost any type of temperature sensing over a -55°C to $+150^\circ\text{C}$ temperature range. The low impedance and linear output make interfacing to readout or control circuitry especially easy.

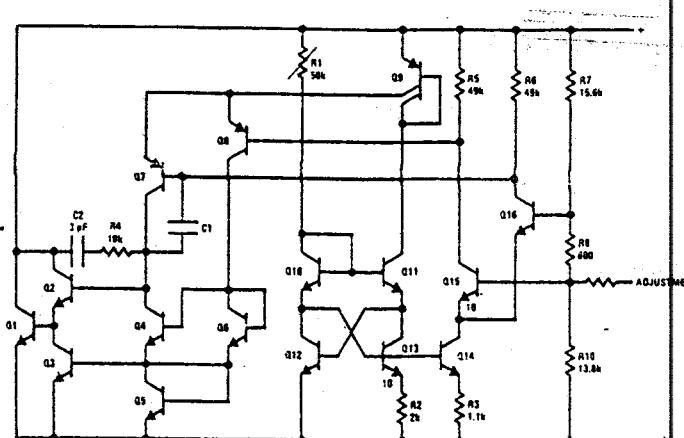
The LM135 operates over a -55°C to $+150^\circ\text{C}$ temperature range while the LM235 operates over a -40°C

to $+125^\circ\text{C}$ temperature range. The LM335 operates from -40°C to $+100^\circ\text{C}$. The LM135/LM235/LM335 are available packaged in hermetic TO-46 transistor packages while the LM335 is also available in plastic TO-92 packages.

Features

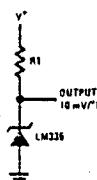
- Directly calibrated in $^\circ\text{K}$
- 1°C initial accuracy available
- Operates from $400 \mu\text{A}$ to 5 mA
- Less than 1Ω dynamic impedance
- Easily calibrated
- Wide operating temperature range
- 200°C overrange
- Low cost

Schematic Diagram

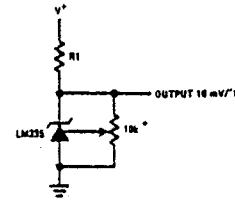


Typical Applications

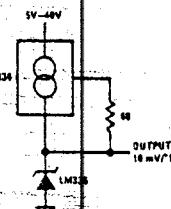
Basic Temperature Sensor



Calibrated Sensor



Wide Operating Supply



MILIK
PERPUSTAKAAN
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH - NOPE

LM135/LM235/LM335, LM135A/LM235A/LM335A

Absolute Maximum Ratings

| | |
|--|-----------------------|
| Reverse Current | 15 mA |
| Forward Current | 10 mA |
| Storage Temperature | |
| TO-46 Package | -60°C to +180°C |
| TO 92 Package | -60°C to +150°C |
| Specified Operating Temperature Range | |
| Continuous | Intermittent (Note 2) |
| LM135, LM135A | -55°C to +150°C |
| LM235, LM235A | -40°C to +125°C |
| LM335, LM335A | -40°C to +100°C |
| Lead Temperature (Soldering, 10 seconds) | 300°C |

Temperature Accuracy LM135/LM235, LM135A/LM235A (Note 1)

| PARAMETER | CONDITIONS | LM135A/LM235A | | | LM135/LM235 | | UNITS | |
|---|---|---------------|------|------|-------------|------|-------|----|
| | | MIN | TYP | MAX | MIN | TYP | MAX | |
| Operating Output Voltage | $T_C = 25^\circ\text{C}, I_R = 1 \text{ mA}$ | 2.97 | 2.98 | 2.99 | 2.95 | 2.98 | 3.01 | V |
| Uncalibrated Temperature Error | $T_C = 25^\circ\text{C}, I_R = 1 \text{ mA}$ | | 0.5 | 1 | | 1 | 3 | °C |
| Uncalibrated Temperature Error | $T_{\text{MIN}} < T_C < T_{\text{MAX}}, I_R = 1 \text{ mA}$ | | 1.3 | 2.7 | | 2 | 5 | °C |
| Temperature Error with 25°C Calibration | $T_{\text{MIN}} < T_C < T_{\text{MAX}}, I_R = 1 \text{ mA}$ | | 0.3 | 1 | | 0.5 | 1.5 | °C |
| Calibrated Error at Extended Temperatures | $T_C = T_{\text{MAX}}$ (Intermittent) | | 2 | | | 2 | | °C |
| Non-Linearity | $I_R = 1 \text{ mA}$ | | 0.3 | 0.5 | | 0.3 | 1 | °C |

Temperature Accuracy LM335, LM335A (Note 1)

| PARAMETER | CONDITIONS | LM335A | | | LM335 | | UNITS | |
|---|---|--------|------|------|-------|------|-------|----|
| | | MIN | TYP | MAX | MIN | TYP | MAX | |
| Operating Output Voltage | $T_C = 25^\circ\text{C}, I_R = 1 \text{ mA}$ | 2.95 | 2.98 | 3.01 | 2.92 | 2.98 | 3.04 | V |
| Uncalibrated Temperature Error | $T_C = 25^\circ\text{C}, I_R = 1 \text{ mA}$ | | 1 | 3 | | 2 | 6 | °C |
| Uncalibrated Temperature Error | $T_{\text{MIN}} < T_C < T_{\text{MAX}}, I_R = 1 \text{ mA}$ | | 2 | 5 | | 4 | 9 | °C |
| Temperature Error with 25°C Calibration | $T_{\text{MIN}} < T_C < T_{\text{MAX}}, I_R = 1 \text{ mA}$ | | 0.5 | 1 | | 1 | 2 | °C |
| Calibrated Error at Extended Temperatures | $T_C = T_{\text{MAX}}$ (Intermittent) | | 2 | | | 2 | | °C |
| Non-Linearity | $I_R = 1 \text{ mA}$ | | 0.3 | 1.5 | | 0.3 | 1.5 | °C |

Electrical Characteristics (Note 1)

| PARAMETER | CONDITIONS | LM135/LM235 | | | LM335 | | UNITS | |
|--|---|-------------|-----|-----|-------|-----|-------|--------|
| | | MIN | TYP | MAX | MIN | TYP | MAX | |
| Operating Output Voltage Change with Current | $400 \mu\text{A} < I_R < 5 \text{ mA}$ At Constant Temperature | | 2.5 | 10 | | 3 | 14 | mV |
| Dynamic Impedance | $I_R = 1 \text{ mA}$ | | 0.5 | | | 0.6 | | Ω |
| Output Voltage Temperature Drift | | | +10 | | | +10 | | mV/°C |
| Time Constant | Still Air | | 80 | | | 80 | | sec |
| | 100 ft/Min Air | | 10 | | | 10 | | sec |
| | Stirred Oil | | 1 | | | 1 | | sec |
| Time Stability | $T_C = 125^\circ\text{C}$ | | 0.2 | | | 0.2 | | °C/khr |

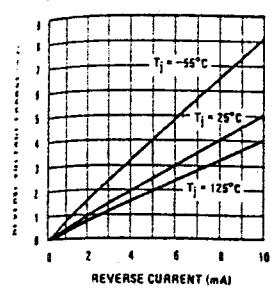
Note 1: Accuracy measurements are made in a well-stirred oil bath. For other conditions, self heating must be considered.

Note 2: Continuous operation at these temperatures for 10,000 hours for H package and 5,000 hours for Z package may decrease life expectancy of the device.

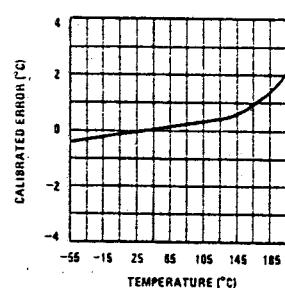
LM135/LM235/LM335, LM135A/LM235A/LM335A

Typical Performance Characteristics

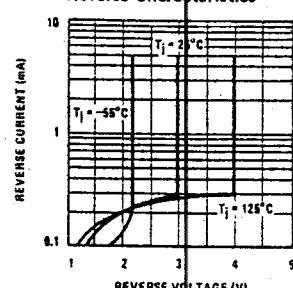
Reverse Voltage Change



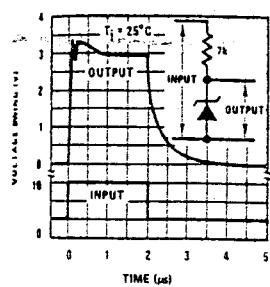
Calibrated Error



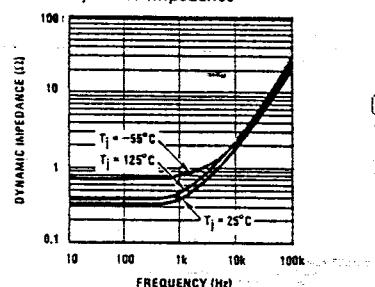
Reverse Characteristics



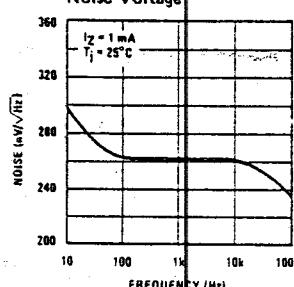
Response Time



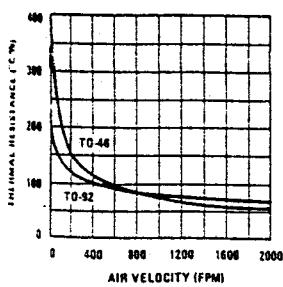
Dynamic Impedance



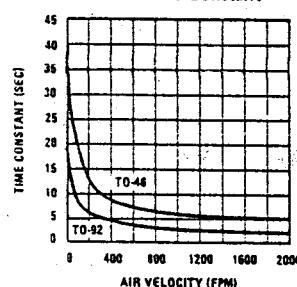
Noise:Voltage



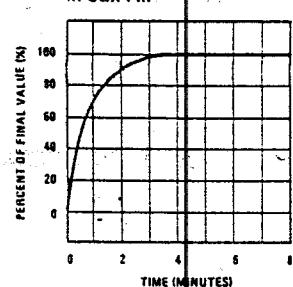
Thermal Resistance Junction to Air



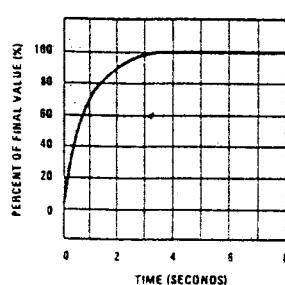
Thermal Time Constant



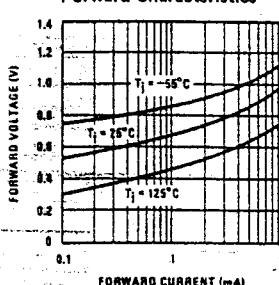
Thermal Response in Still Air



Thermal Response in Stirred Oil Bath



Forward Characteristics



Application Hints

CALIBRATING THE LM135

Included on the LM135 chip is an easy method of calibrating the device for higher accuracies. A pot connected across the LM135 with the arm tied to the adjustment terminal allows a 1-point calibration of the sensor that corrects for inaccuracy over the full temperature range.

This single point calibration works because the output of the LM135 is proportional to absolute temperature with the extrapolated output of sensor going to 0V output at 0°K (-273.15°C). Errors in output voltage versus temperature are only slope (or scale factor) so a slope calibration at one temperature corrects at all temperatures.

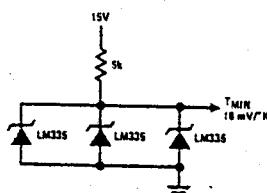
The output of the device (calibrated or uncalibrated) can be expressed as:

$$V_{OUTT} = V_{OUTT_0} \times \frac{T}{T_0}$$

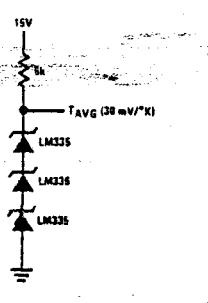
where T is the unknown temperature and T_0 is a reference temperature, both expressed in degrees Kelvin. By calibrating the output to read correctly at one

Typical Applications (Continued)

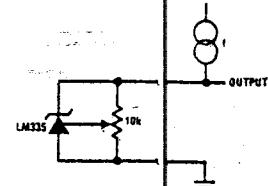
Minimum Temperature Sensing



Average Temperature Sensing

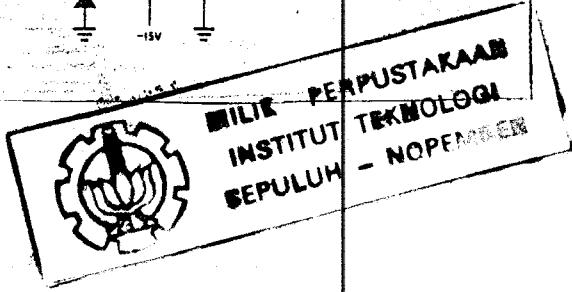
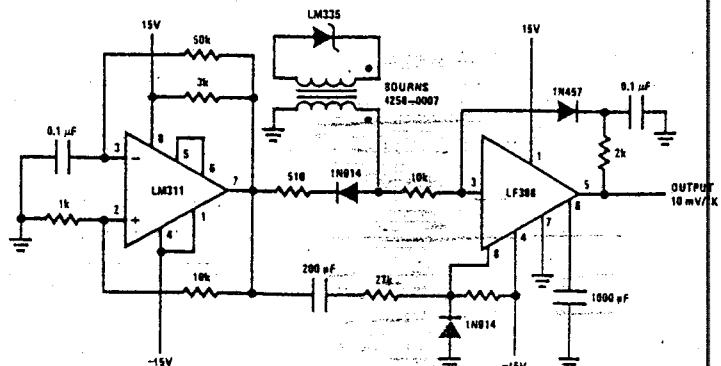


Remote Temperature Sensing



| Wire length for 1°C error due to wire drop | | |
|--|-------------------------------|---------------------------------|
| AWG | I _R = 1 mA FEET | I _R = 0.5 mA FEET |
| 14 | 4000 | 8000 |
| 16 | 2500 | 5000 |
| 18 | 1600 | 3200 |
| 20 | 1000 | 2000 |
| 22 | 625 | 1250 |
| 24 | 400 | 800 |

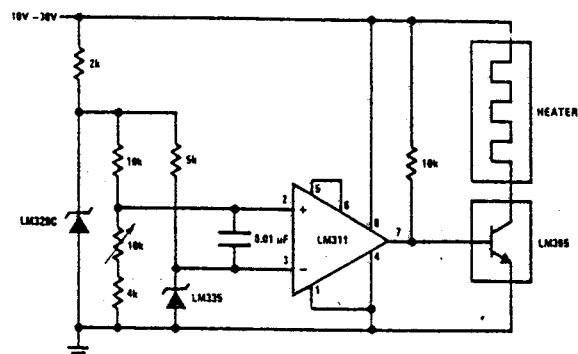
Isolated Temperature Sensor



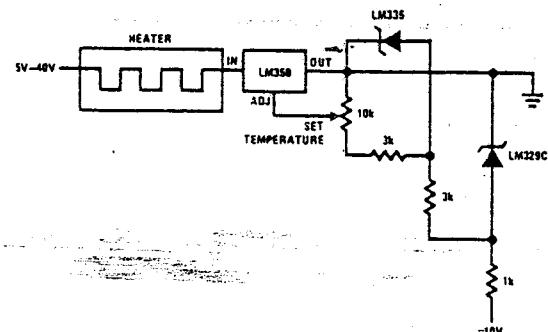
LM135/LM235/LM335, LM135A/LM235A/LM335A

Typical Applications (Continued)

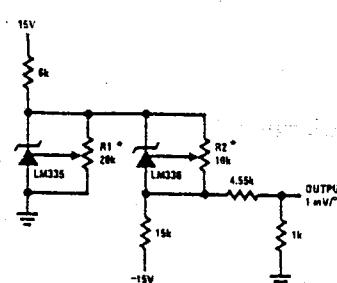
Simple Temperature Controller



Simple Temperature Control

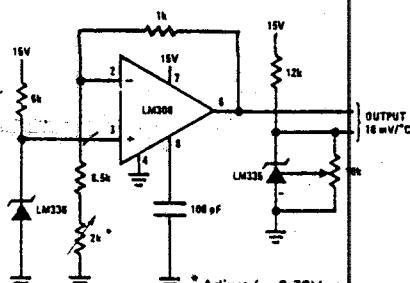


Ground Referred Fahrenheit Thermometer



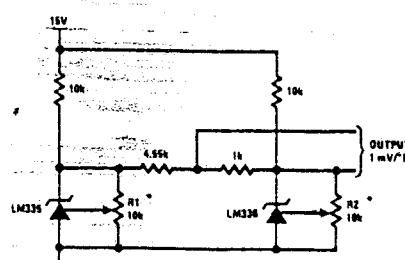
* Adjust R2 for 2.554V across LM336.
Adjust R1 for correct output.

Centigrade Thermometer

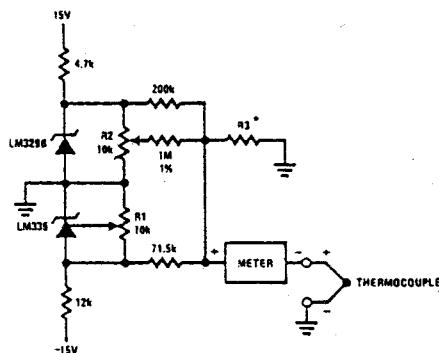


* Adjust for 2.73V at output of LM308

Fahrenheit Thermometer



* To calibrate adjust R2 for 2.554V across LM336.
Adjust R1 for correct output.

LM135/LM235/LM335, LM135A/LM235A/LM335A**Typical Applications (Continued)****THERMOCOUPLE COLD JUNCTION COMPENSATION****Compensation for Grounded Thermocouple**

*Select R3 for proper thermocouple type

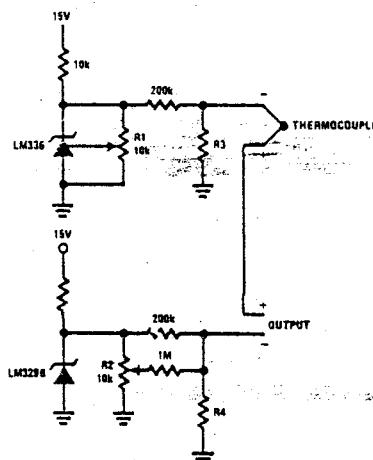
| THERMO-COUPLE | R3 |
|---------------|-------|
| J | 377Ω |
| T | 308Ω |
| K | 293Ω |
| S | 45.8Ω |

| SEEBECK COEFFICIENT |
|---------------------|
| 52.3 μV/°C |
| 42.8 μV/°C |
| 40.8 μV/°C |
| 6.4 μV/°C |

Adjustments: Compensates for both sensor and resistor tolerances

1. Short LM329B
2. Adjust R1 for Seebeck Coefficient times ambient temperature (in degrees K) across R3
3. Short LM335 and adjust R2 for voltage across R3 corresponding to thermocouple type

| | | | |
|---|----------|---|----------|
| J | 14.32 mV | K | 11.17 mV |
| T | 11.79 mV | S | 1.768 mV |

Single Power Supply Cold Junction Compensation

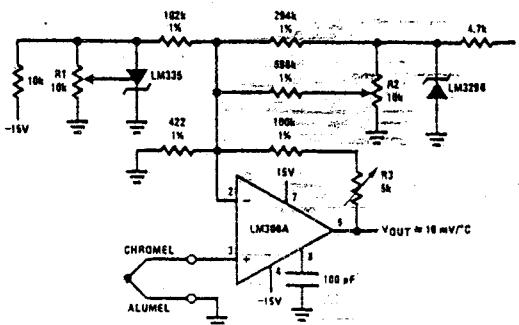
*Select R3 and R4 for thermocouple type

| THERMO-COUPLE | R3 | R4 | SEEBECK COEFFICIENT |
|---------------|-------|-------|---------------------|
| J | 1.05K | 385Ω | 52.3 μV/°C |
| T | 856Ω | 315Ω | 42.8 μV/°C |
| K | 816Ω | 300Ω | 40.8 μV/°C |
| S | 128Ω | 46.3Ω | 6.4 μV/°C |

Adjustments:

1. Adjust R1 for the voltage across R3 equal to the Seebeck Coefficient times ambient temperature in degrees Kelvin.
2. Adjust R2 for voltage across R4 corresponding to thermocouple

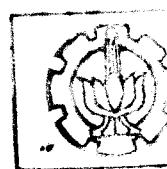
| | | | |
|---|----------|---|----------|
| J | 14.32 mV | K | 11.17 mV |
| T | 11.79 mV | S | 1.768 mV |

Cantigrade Calibrated Thermocouple Thermometer

Terminate thermocouple reference junction in close proximity to LM335.

Adjustments:

1. Apply signal in place of thermocouple and adjust R3 for a gain of 245.7.
2. Short non-inverting input of LM308A and output of LM329B to ground.
3. Adjust R1 so that $V_{OUT} = 2.982$ mV @ 25°C.
4. Remove short across LM329B and adjust R2 so that $V_{OUT} = 2.46$ mV @ 25°C.
5. Remove short across thermocouple.

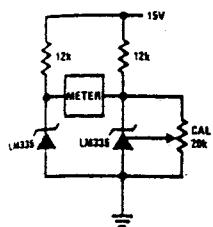


MADE IN
INDIA
SEPULCHER - NOPEMART

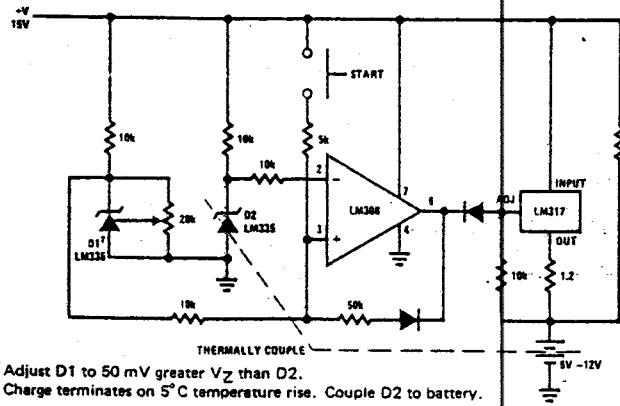
LM135/LM235/LM335, LM135A/LM235A/LM335A

Typical Applications (Continued)

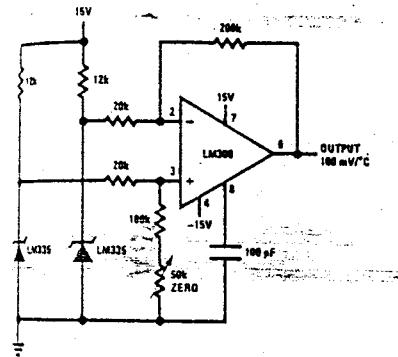
Differential Temperature Sensor



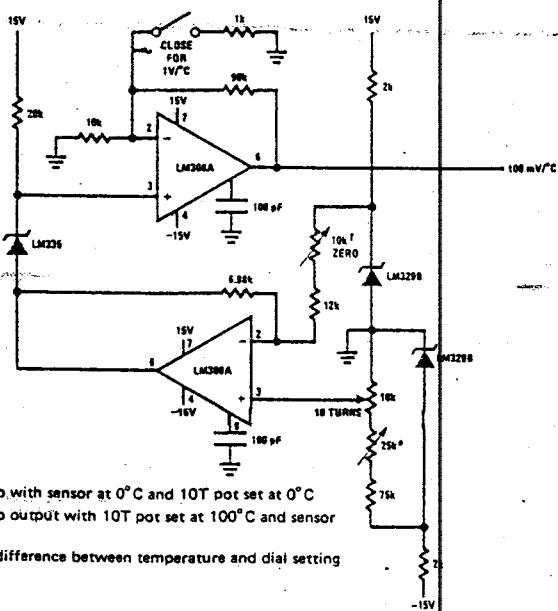
Fast Charger for Nickel-Cadmium Batteries



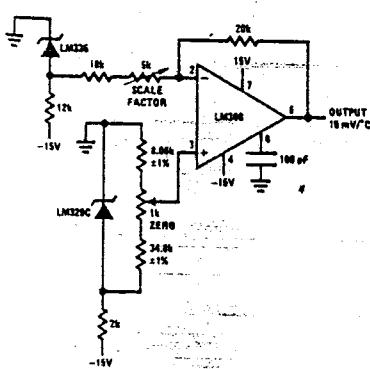
Differential Temperature Sensor.



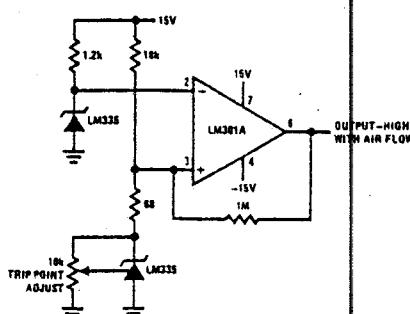
Variable Offset Thermometer[†]



Ground Referred Centigrade Thermometer



Air Flow Detector*



* Self heating is used to detect air flow

LM135/LM235/LM335, LM135A/LM235A

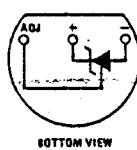
Definition of Terms

Operating Output Voltage: The voltage appearing across the positive and negative terminals of the device at specified conditions of operating temperature and current.

Uncalibrated Temperature Error: The error between the operating output voltage at 10 mV/ $^{\circ}$ K and case temperature at specified conditions of current and case temperature.

Connection Diagrams.

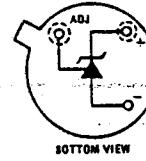
TO-92
Plastic Package



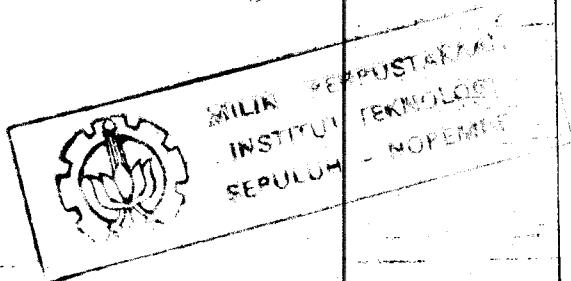
Order Number LM335Z
or LM335AZ
See NS Package Z03A

Calibrated Temperature Error: The error between operating output voltage and case temperature at 10 mV/ $^{\circ}$ K over a temperature range at a specified operating current with the 25 $^{\circ}$ C error adjusted to zero.

TO-46
Metal Can Package*



* Case is connected to negative pin.
Order Number LM135H,
LM235H, LM335H, LM135AH,
LM235AH or LM335AH
See NS Package H03H





Industrial Blocks

LM566/LM566C

LM566/LM566C Voltage Controlled Oscillator

General Description

The LM566/LM566C are general purpose voltage controlled oscillators which may be used to generate square and triangular waves, the frequency of which is a very linear function of a control voltage. The frequency is also a function of an external resistor and capacitor.

The LM566 is specified for operation over the -55°C to +125°C military temperature range. The LM566C is specified for operation over the 0°C to +70°C temperature range.

Features

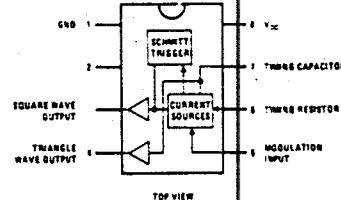
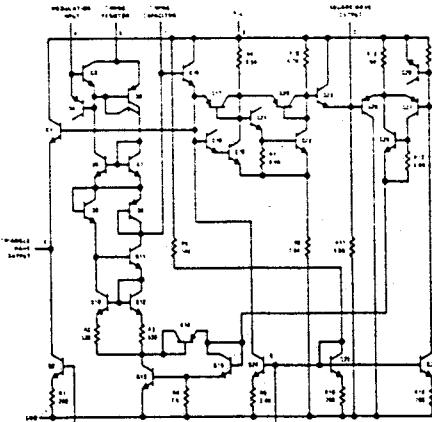
- Wide supply voltage range: 10 to 24 volts
- Very linear modulation characteristics

- High temperature stability
- Excellent supply voltage rejection
- 10 to 1 frequency range with fixed capacitor
- Frequency programmable by means of current, voltage, resistor or capacitor.

Applications

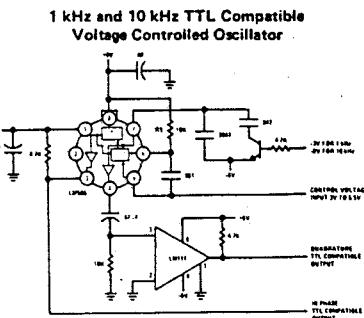
- FM modulation
- Signal generation
- Function generation
- Frequency shift keying
- Tone generation

Schematic and Connection Diagrams



Order Number LM566BCN
See NS Package N03B

Typical Application



Applications Information

The LM566 may be operated from either a single supply as shown in this test circuit, or from a split (\pm) power supply. When operating from a split supply, the square wave output (pin 4) is TTL compatible (2 mA current sink) with the addition of a 4.7 kΩ resistor from pin 3 to ground.

A .001 μ F capacitor is connected between pins 5 and 6 to prevent parasitic oscillations that may occur during VCO switching.

$$f_0 = \frac{2(V^+ - V_S)}{R_1 C_1 V^+}$$

where

$2K < R_1 < 20K$

and V_S is voltage between pin 5 and pin 1

LM566/LM566C

Absolute Maximum Ratings

| | |
|-----------------------------------|-----------------|
| Power Supply Voltage | 26V |
| Power Dissipation (Note 1) | 300 mW |
| Operating Temperature Range LM566 | -55°C to +125°C |
| LM566C | 0°C to 70°C |

Lead Temperature (Soldering, 10 sec) 300°C

Electrical Characteristics $V_{CC} = 12V$, $T_A = 25^\circ C$, AC Test Circuit

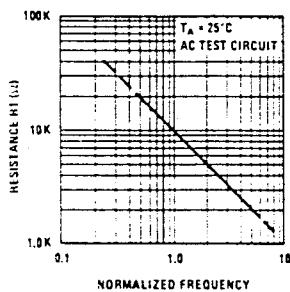
| PARAMETER | CONDITIONS | LM566 | | | LM566C | | | UNITS |
|--|---------------------------------------|--------------|------|----------|--------------|------|----------|-----------------|
| | | MIN | TYP | MAX | MIN | TYP | MAX | |
| Maximum Operating Frequency | $R_O = 2k$ $C_O = 2.7 \mu F$ | 1 | | | 1 | | | MHz |
| Input Voltage Range Pin 5 | | 3/4 V_{CC} | | V_{CC} | 3/4 V_{CC} | | V_{CC} | |
| Average Temperature Coefficient of Operating Frequency | | | 100 | | | 200 | | ppm/ $^\circ C$ |
| Supply Voltage Rejection | 10-20V | | 0.1 | 1 | | 0.1 | 2 | %/V |
| Input Impedance Pin 5 | | 0.5 | 1 | | 0.5 | 1 | | MΩ |
| VCO Sensitivity | For Pin 5, From 8-10V, $f_O = 10$ kHz | 6.4 | 6.6 | 6.8 | 6.0 | 6.6 | 7.2 | kHz/V |
| FM Distortion | $\pm 10\%$ Deviation | | 0.2 | 0.75 | | 0.2 | 1.5 | % |
| Maximum Sweep Rate | | 800 | 1 | | 500 | 1 | | MHz |
| Sweep Range | | | 10:1 | | | 10:1 | | |
| Output Impedance | | | | | | | | |
| Pin 3 | | | 50 | | | 50 | | Ω |
| Pin 4 | | | 50 | | | 50 | | Ω |
| Square Wave Output Level | $R_L1 = 10k$ | 5.0 | 5.4 | | 5.0 | 5.4 | | Vp-p |
| Triangle Wave Output Level | $R_L2 = 10k$ | 2.0 | 2.4 | | 2.0 | 2.4 | | Vp-p |
| Square Wave Duty Cycle | | 45 | 50 | 55 | 40 | 50 | 60 | % |
| Square Wave Rise Time | | | 20 | | | 20 | | ns |
| Square Wave Fall Time | | | 50 | | | 50 | | ns |
| Triangle Wave Linearity | +1V Segment at 1/2 V_{CC} | | 0.2 | 0.75 | | 0.5 | 1 | % |

Note 1: The maximum junction temperature of the LM566 is 150°C, while that of the LM566C is 100°C. For operating at elevated junction temperatures, devices in the TO-5 package must be derated based on a thermal resistance of 150°C/W. The thermal resistance of the dual-in-line package is 100°C/W.

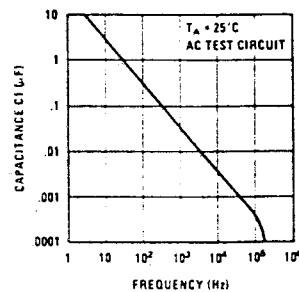
LM566/LM566C

Typical Performance Characteristics

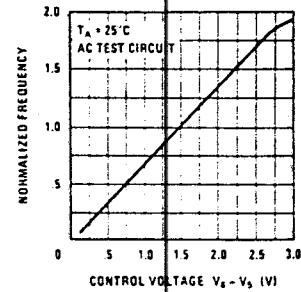
Operating Frequency as a Function of Timing Resistor



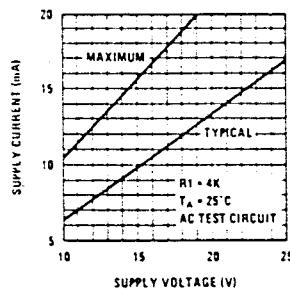
Operating Frequency as a Function of Timing Capacitor



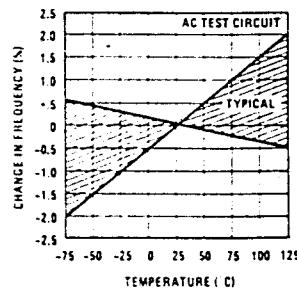
Normalized Frequency as a Function of Control Voltage



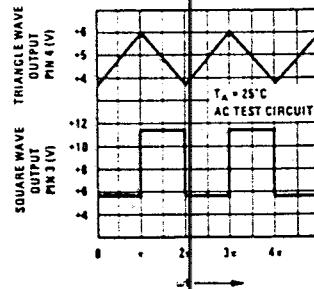
Power Supply Current



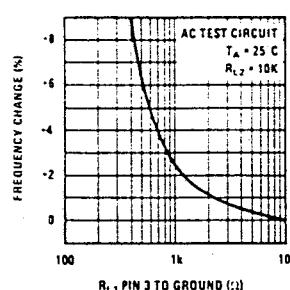
Temperature Stability



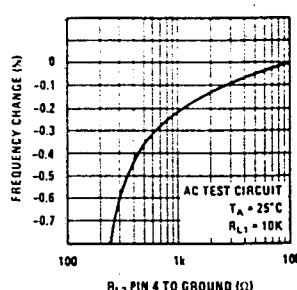
VCO Waveforms



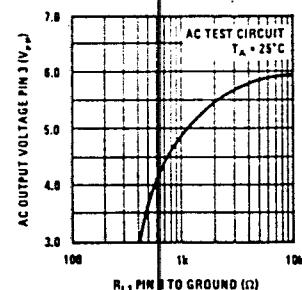
Frequency Stability vs Load Resistance (Square Wave Output)



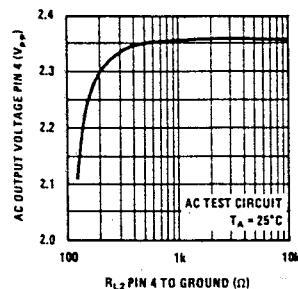
Frequency Stability vs Load Impedance (Triangle Output)



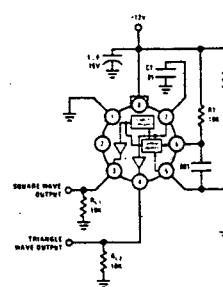
Square Wave Output Characteristics



Triangle Wave Output Characteristics



AC Test Circuit



74LS08

Electrical Characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted).

| Parameter | Conditions | DM54/74 | | | | DM54/74 | | | | DM54/74 | | | |
|-----------|--|---------|---------|---------------|------|----------|-----|-----------------|---------|----------|-----|----------|-----|
| | | 08, 11 | | H08, H11, H21 | | L08, L11 | | L08, LS11, LS21 | | S08, S11 | | S08, S11 | |
| | | Min | Typ (1) | Max | Min | Typ (1) | Max | Min | Typ (1) | Max | Min | Typ (1) | Max |
| V_{IH} | High Level Input Voltage | 2 | | 2 | | | | 2 | | | 2 | | |
| V_{IL} | Low Level Input Voltage | DM54 | | 0.8 | | 0.8 | | 0.7 | | 0.8 | | 0.8 | |
| V_I | Input Clamp Voltage | DM74 | | 0.8 | | 0.8 | | 0.7 | | 0.8 | | 0.8 | |
| I_{OH} | High Level Output Current | | | | -1.5 | | | N/A | | | | | |
| V_{OH} | High Level Output Voltage | DM54 | | -800 | | -500 | | -200 | | -400 | | -1000 | |
| I_{OL} | Low Level Output Current | DM74 | | 2.4 | | 3.4 | | 2.4 | | 3.3 | | 2.6 | |
| V_{OL} | Low Level Output Voltage | DM54 | | 2.4 | | 3.4 | | 2.4 | | 3.2 | | 2.7 | |
| I_I | Input Current at Maximum Input Voltage | DM74 | | 0.2 | | 0.4 | | 0.2 | | 0.4 | | 0.25 | |
| I_{IH} | High Level Input Current | DM54 | | 0.2 | | 0.4 | | 0.2 | | 0.4 | | 0.35 | |
| I_{IL} | Low Level Input Current | DM74 | | 0.2 | | 0.4 | | 0.2 | | 0.4 | | 0.25 | |
| I_{OS} | Short Circuit Output Current | | | 1 | | 1 | | 0.1 | | 0.1 | | 0.1 | |
| I_{CC} | Supply Current | | | | | | | | | | | | |

See Table

Note 1: All logical values are at $V_{CC} = 5\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$.

Note 2: Not more than one output should be shorted at a time, and for DM54H/DM74H, DM54LS/DM74LS and DM54S/DM74S, duration of short circuit should not exceed one second.

74LS08

Supply Currents**Switching Characteristics** at $V_{CC} = 5\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$

| Device | ICCH (mA) | | ICCL (mA) | | Device | Conditions | | tPLH (ns) | | tPHL (ns) | |
|--------|-----------|-----|-------------------------|-----|------------|------------------------|------------------------|-----------|-----|-----------|--|
| | Typ | Max | Total With Outputs High | Typ | Max | CL = 15 pF, RL = 400 Ω | CL = 25 pF, RL = 280 Ω | Min | Typ | Max | Propagation Delay Time, High-To-Low Level Output |
| 08 | 1.1 | 2.1 | 20 | 33 | 08, 11 | CL = 15 pF, RL = 400 Ω | | 17.5 | 27 | 12 | 19 |
| 11 | 8 | 15 | 14 | 22 | H08, H11 | CL = 25 pF, RL = 280 Ω | | 7.6 | 12 | 8.8 | 12 |
| H08 | 28 | 40 | 42 | 64 | H21 | | | | | | |
| H11 | 18 | 30 | 30 | 48 | L08 | CL = 50 pF, RL = 4 kΩ | | 45 | 90 | 45 | 90 |
| H21 | 12 | 20 | 20 | 32 | L11 | RL = 4 kΩ | | 40 | 80 | 45 | 90 |
| L08 | 1.1 | 2.1 | 2.0 | 3.3 | LS08, LS11 | CL = 15 pF, RL = 2 kΩ | | 4 | 8 | 13 | 3 |
| L11 | 1.0 | 1.5 | 1.6 | 2.2 | LS21 | CL = 50 pF, RL = 2 kΩ | | 6 | 11 | 18 | 5 |
| LS08 | 2.4 | 4.8 | 4.4 | 8.8 | S08, S11 | CL = 50 pF, RL = 2 kΩ | | 6 | 11 | 11 | 18 |
| LS11 | 1.8 | 3.6 | 3.3 | 6.6 | | CL = 15 pF, RL = 280 Ω | | 2.5 | 4.5 | 7 | 2.5 |
| LS21 | 1.2 | 2.4 | 2.2 | 4.4 | | CL = 50 pF, RL = 280 Ω | | 3 | 6 | 9 | 3 |
| S08 | 18 | 32 | 32 | 57 | | | | | | | |
| S11 | 13.5 | 24 | 24 | 42 | | | | | | | |

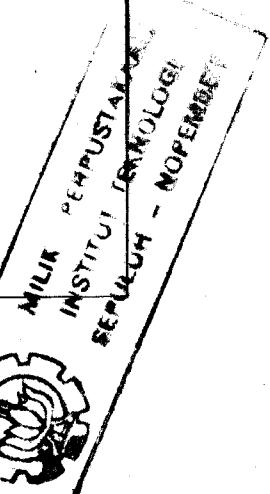
74LS20

Electrical Characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted).

| Parameter | Conditions | DM54/74 | | DM54/74 | | DM54/74 | | DM54/74 | | |
|-----------------|--|--|------------------------|---------------------------|------|---------------------------|-----|--------------------------------|---------|------|
| | | 00, 04 10, 20, 30 | | H00, H04 H10, H20, H30 | | L00, L04 L10, L20, L30 | | L500, L504 L510, L520, L530 | | |
| | | Min | Typ (1) | Max | Min | Typ (1) | Max | Min | Typ (1) | Max |
| V _H | High Level Input Voltage | 2 | | 2 | | 2 | | 2 | | 2 |
| V _{IL} | Low Level Input Voltage | DM54 | 0.8 | | 0.8 | 0.7 | | 0.8 | | 0.8 |
| V _I | Input Clamp Voltage | DM74 | 0.8 | | 0.8 | 0.7 | | 0.8 | | 0.8 |
| I _{OH} | High Level Output Current | | | | -1.5 | | N/A | | | |
| V _{OH} | High Level Output Voltage | V _{CC} = Min, V _{IL} = Max | DM54 | 2.4 | 3.4 | 2.4 | 3.3 | 2.4 | 3.4 | 2.5 |
| | | I _{OL} = Max | DM74 | 2.4 | 3.4 | 2.4 | 3.5 | 2.4 | 3.2 | 2.7 |
| I _{OL} | Low Level Output Current | | | | 16 | | 20 | | 2 | 4 |
| V _{OL} | Low Level Output Voltage | V _{CC} = Min | DM54 | 0.2 | 0.4 | 0.2 | 0.4 | 0.15 | 0.3 | 0.25 |
| | | V _{IL} = 2 V | DM74 | 0.2 | 0.4 | 0.2 | 0.4 | 0.2 | 0.4 | 0.35 |
| I _I | Input Current at Maximum Input Voltage | I _{OL} = 4 mA | DM74 | - | | | | 0.4 | | |
| I _H | High Level Input Current | V _{CC} = Max | V _I = 5.5 V | 1 | | 1 | 0.1 | | | 1 |
| I _{IL} | Low Level Input Current | V _{CC} = Max | V _I = 7 V | | | | | | 0.1 | mA |
| I _{OS} | Short Circuit Output Current | V _{CC} = Max (2) | V _I = 2.4 V | 40 | | 50 | 10 | | | 0.5 |
| I _{CC} | Supply Current | V _{CC} = Max | V _I = 2.7 V | | | | | 20 | | 0.5 |
| | | V _{CC} = Max | V _I = 0.3 V | | | | | | -0.18 | |
| | | V _{CC} = Max | V _I = 0.4 V | LS30 | | | | | -0.4 | mA |
| | | | | Others | -1.6 | | -2 | | -0.36 | |
| | | | | | | | | | | -2 |
| | | | | | | | | | | -100 |
| | | | | | | | | | | -100 |
| | | | | | | | | | | -100 |
| | | | | | | | | | | -100 |

See Table

Note 1: All typical values are at V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C.
 Note 2: Not more than one output should be shorted at a time, and for DM54H/DM74H, DM54LS/DM74LS and DM54S/DM74S, duration of short circuit should not exceed one second.



74LS20

Supply Currents

| Device | ICCH (mA) Total With Outputs High | | ICCL (mA) Total With Outputs Low | | Device | Conditions | | tPLH (ns) Propagation Delay Time, Low-To-High Output | | tPHL (ns) Propagation Delay Time, High-To-Low Output | |
|--------|---|------|--|------|------------|------------|-----|--|-------------------|--|-----|
| | Typ | Max | Typ | Max | | | Min | Typ | Max | Min | Typ |
| L00 | 4 | 8 | 12 | 22 | 00, 10 | | | 11 | 22 | 7 | 15 |
| 04 | 6 | 12 | 18 | 33 | 04, 20 | | | 12 | 22 | 8 | 15 |
| 10 | 3 | 6 | 9 | 16.5 | | | | 13 | 22 | 8 | 15 |
| 20 | 2 | 4 | 6 | 11 | | | | | | | |
| 30 | 1 | 2 | 3 | 6 | H00 | | | | | | |
| H00 | 10 | 16.8 | 26 | 40 | H04 | | | 5.9 | 10 | 6.2 | 10 |
| H04 | 16 | 26 | 40 | 58 | H10 | | | 6 | 10 | 6.5 | 10 |
| H10 | 7.5 | 12.6 | 19.5 | 30 | | | | 5.9 | 10 | 6.3 | 10 |
| H20 | 5 | 8.4 | 13 | 20 | H20 | | | 6 | 10 | 7 | 10 |
| H30 | 2.5 | 4.2 | 6.5 | 10 | H30 | | | 6.8 | 10 | 8.9 | 12 |
| L00 | 0.44 | 0.8 | 1.16 | 2.04 | L00, L04 | | | 35 | 60 | 31 | 60 |
| L04 | 0.60 | 1.2 | 1.74 | 3.06 | L10, L20 | | | 35 | 60 | 70 | 100 |
| L10 | 0.33 | 0.6 | 0.87 | 1.53 | L30 | | | 3 | 5 | 3 | 5 |
| L20 | 0.22 | 0.4 | 0.58 | 1.02 | L300, LS04 | | | LS00, LS20 | 50 pF, RL = 2 kΩ | 10 | 10 |
| L30 | 0.11 | 0.2 | 0.29 | 0.51 | | | | LS10, LS20 | 50 pF, RL = 2 kΩ | 4 | 8 |
| LS00 | 0.8 | 1.6 | 2.4 | 4.4 | | | | CL = 15 pF, RL = 2 kΩ | 50 pF, RL = 2 kΩ | 15 | 15 |
| LS04 | 1.2 | 2.4 | 3.6 | 6.6 | | | | CL = 50 pF, RL = 2 kΩ | 50 pF, RL = 2 kΩ | 4 | 7 |
| LS10 | 0.6 | 1.2 | 1.8 | 3.3 | LS30 | | | CL = 15 pF, RL = 2 kΩ | 50 pF, RL = 2 kΩ | 5 | 9 |
| LS20 | 0.4 | 0.8 | 1.2 | 2.2 | S00, S04 | | | CL = 50 pF, RL = 280 Ω | 50 pF, RL = 280 Ω | 2 | 3 |
| LS30 | 0.35 | 0.5 | 0.6 | 1.1 | S00 | | | CL = 15 pF, RL = 280 Ω | 50 pF, RL = 280 Ω | 4.5 | 8 |
| S00 | 10 | 16 | 20 | 36 | S10, S20 | | | CL = 50 pF, RL = 280 Ω | 50 pF, RL = 280 Ω | 2 | 4.5 |
| S04 | 15 | 24 | 30 | 54 | S30, S133 | | | CL = 15 pF, RL = 280 Ω | 50 pF, RL = 280 Ω | 2 | 6 |
| S10 | 7.5 | 12 | 15 | 27 | | | | CL = 50 pF, RL = 280 Ω | 50 pF, RL = 280 Ω | 4 | 7 |
| S20 | 5 | 8 | 10 | 18 | | | | CL = 50 pF, RL = 280 Ω | 50 pF, RL = 280 Ω | 5.5 | 10 |
| S30 | 3 | 5 | 5.5 | 10 | | | | CL = 50 pF, RL = 280 Ω | 50 pF, RL = 280 Ω | 8 | 10 |
| S133 | 3 | 5 | 5.5 | 10 | | | | | | | |

Switching Characteristics at VCC = 5 V, TA = 25°C

| Device | tPLH (ns) Propagation Delay Time, Low-To-High Output | | tPHL (ns) Propagation Delay Time, High-To-Low Output | |
|--|--|-----|--|-----|
| | Min | Typ | Max | Min |
| C _L = 15 pF, R _L = 400 Ω | | | | |
| H00 | 00, 10 | | | |
| H04 | 04, 20 | | | |
| H10 | | | | |
| H20 | | | | |
| H30 | | | | |
| L00 | | | | |
| L04 | | | | |
| L10 | | | | |
| L20 | | | | |
| L30 | | | | |
| LS00 | | | | |
| LS04 | | | | |
| LS10 | | | | |
| LS20 | | | | |
| LS30 | | | | |
| S00 | | | | |
| S04 | | | | |
| S10 | | | | |
| S20 | | | | |
| S30 | | | | |
| S133 | | | | |

DM54/DM74LS138, S138, S139, S139

Decoders/Demultiplexers

General Description

These Schottky-clamped circuits are designed to be used in high-performance memory-decoding or data-routing applications, requiring very short propagation delay times. In high-performance memory systems these decoders can be used to minimize the effects of system decoding. When used with high-speed memories, the delay times of these decoders are usually less than the typical access time of the memory. This means that the effective system delay introduced by the decoder is negligible.

The LS138 and S138 decode one-of-eight lines, based upon the conditions at the three binary select inputs and the three enable inputs. Two active-low and one active-high enable inputs reduce the need for external gates or inverters when expanding. A 24-line decoder can be implemented with no external inverters, and a 32-line decoder requires only one inverter. An enable input can be used as a data input for demultiplexing applications.

The LS139 and S139 comprise two separate two-line-to-four-line decoders in a single package. The active-low enable input can be used as a data line in demultiplexing applications.

All of these decoders/demultiplexers feature fully buffered inputs, presenting only one normalized load to its driving

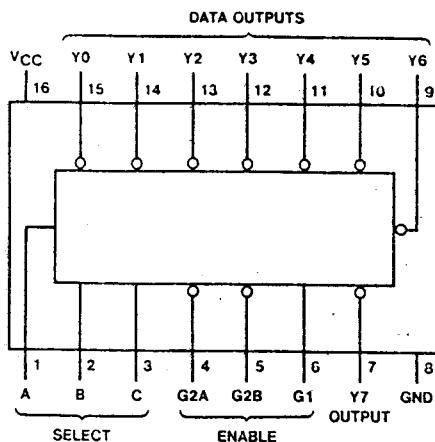
circuit. All inputs are clamped with high-performance Schottky diodes to suppress ringing and simplify system design.

Features

- Designed specifically for high-speed:
 - Memory decoders
 - Data transmission systems
- S138 and LS138 3-to-8-line decoders incorporate 3 enable inputs to simplify cascading and/or data reception
- S139 and LS139 contain two fully independent 2-to-4-line decoders/demultiplexers
- Schottky clamped for high performance

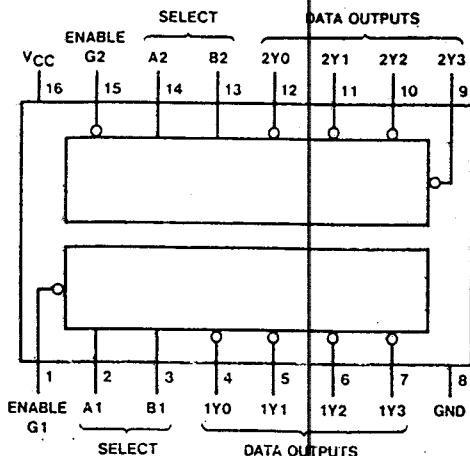
| Type | Typical Propagation Delay (3 Levels of Logic) | Typical Power Dissipation |
|-------|--|---------------------------|
| LS138 | 21 ns | 32 mW |
| S138 | 8 ns | 245 mW |
| LS139 | 21 ns | 34 mW |
| S139 | 7.5 ns | 300 mW |

Connection Diagrams



54LS138 (J,W)
54S138 (J,W)

74LS138 (N)
74S138 (N)

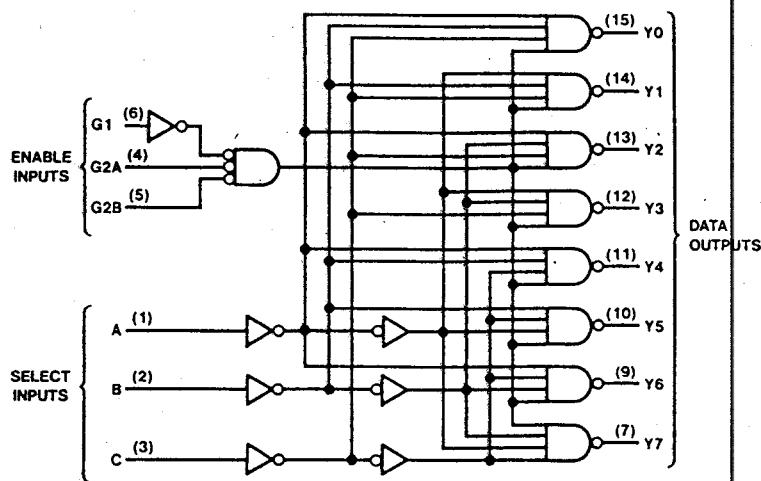


54LS139 (J,W)
54S139 (J,W)

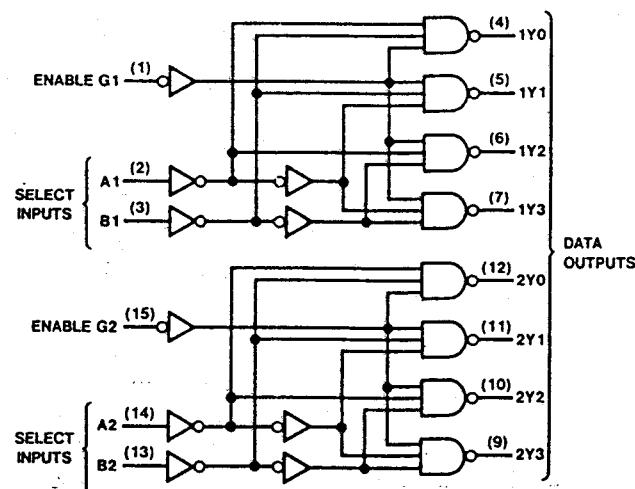
74LS139 (N)
74S139 (N)


DM54/DM74LS138, S138, LS139, S139
Logic Diagrams

138, S138, LS138



139, S139, LS139



| DM54/DM74LS138, S138, LS139, S139 | | | | | | | | | |
|---|--|--|------------------------|------|------------|---------|------|-------|--|
| Electrical Characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted) | | | | | | | | | |
| Parameter | Conditions | DM54/74 | | | DM54/74 | | | Units | |
| | | LS138, LS139 | | | S138, S139 | | | | |
| | | Min | Typ (1) | Max | Min | Typ (1) | Max | | |
| V _{IH} | High Level Input Voltage | | 2 | | 2 | | | V | |
| V _{IL} | Low Level Input Voltage | | DM54 | 0.8 | | 0.8 | | V | |
| | | | | 0.8 | | 0.8 | | | |
| V _I | Input Clamp Voltage | V _{CC} = Min, I _l = -18 mA | | -1.5 | | -1.2 | | V | |
| I _{OH} | High Level Output Current | | | -400 | | -1000 | | μA | |
| V _{OH} | High Level Output Voltage | V _{CC} = Min, V _{IH} = 2 V V _{IL} = Max, I _{OH} = Max | DM54 | 2.5 | 3.4 | 2.5 | 3.4 | V | |
| | | | DM74 | 2.7 | 3.4 | 2.7 | 3.4 | | |
| I _{OL} | Low Level Output Current | | DM54 | | 4 | | 20 | mA | |
| | | | DM74 | | 8 | | 20 | | |
| V _{OL} | Low Level Output Voltage | V _{CC} = Min V _{IH} = 2 V V _{IL} = Max | I _{OL} = Max | DM54 | 0.25 | 0.4 | 0.5 | V | |
| | | | DM74 | 0.35 | 0.5 | | 0.5 | | |
| | | | I _{OL} = 4 mA | DM74 | 0.25 | 0.4 | | | |
| I _I | Input Current at Maximum Input Voltage | V _{CC} = Max | V _I = 5.5 V | | | | 1 | mA | |
| | | | V _I = 7 V | | 0.1 | | | | |
| I _{IH} | High Level Input Current | V _{CC} = Max | V _I = 2.7 V | | 20 | | 50 | μA | |
| I _{IL} | Low Level Input Current | V _{CC} = Max | V _I = 0.4 V | | -0.36 | | | mA | |
| | | | V _I = 0.5 V | | | | -2 | | |
| I _{OS} | Short Circuit Output Current | V _{CC} = Max (2) | DM54 | -20 | -100 | -40 | -100 | mA | |
| | | | DM74 | -20 | -100 | -40 | -100 | | |
| I _{CC} | Supply Current | V _{CC} = Max Outputs Enabled and Open | LS138, S138 | 6.3 | 10 | 49 | 74 | mA | |
| | | | LS139, S139 | 6.8 | 11 | 60 | 90 | | |

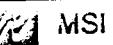
Note 1: All typical values are at V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C.
Note 2: Not more than one output should be shorted at a time, and duration of short circuit should not exceed one second.

Switching CharacteristicsV_{CC} = 5 V, T_A = 25°C

| Parameter | From (Input) | To (Output) | Levels of Delay | Conditions | DM54/74 | | DM54/74 | | DM54/74 | | DM54/74 | |
|-----------|-----------------|----------------|--------------------|---|---|-----|---------|-----|---|-----|---------|-----|
| | | | | | LS138 | | LS139 | | Condition | | S136 | |
| | | | | | Min | Typ | Max | Min | Typ | Max | Min | Typ |
| tPLH | | | 2 | C _L = 15 pF R _L = 2 kΩ | 15 | 18 | 15 | 18 | C _L = 15 pF R _L = 280 kΩ | 4.5 | 7 | 5 |
| | | | | C _L = 50 pF R _L = 2 kΩ | 16 | 27 | 16 | 27 | C _L = 50 pF R _L = 280 kΩ | 6 | 9 | 6.5 |
| tPHL | | | Any | C _L = 15 pF R _L = 2 kΩ | 17 | 27 | 17 | 27 | C _L = 15 pF R _L = 280 kΩ | 7 | 10.5 | 6.5 |
| | | | | C _L = 50 pF R _L = 2 kΩ | 23 | 40 | 23 | 40 | C _L = 50 pF R _L = 280 kΩ | 9 | 14 | 8.5 |
| tPLH | | | 3 | Binary Select | C _L = 15 pF R _L = 2 kΩ | 15 | 18 | 15 | C _L = 15 pF R _L = 280 kΩ | 7.5 | 12 | 7 |
| | | | | C _L = 50 pF R _L = 2 kΩ | 16 | 27 | 16 | 27 | C _L = 50 pF R _L = 280 kΩ | 9 | 14 | 8.5 |
| tPHL | | | Any | Enable | C _L = 15 pF R _L = 2 kΩ | 17 | 27 | 17 | C _L = 15 pF R _L = 280 kΩ | 6 | 12 | 8 |
| | | | | Any | C _L = 50 pF R _L = 2 kΩ | 23 | 40 | 23 | C _L = 50 pF R _L = 280 kΩ | 10 | 15 | 10 |
| tPLH | | | 2 | Propagation Delay Time, Low-to-High Level Output | C _L = 15 pF R _L = 2 kΩ | 15 | 18 | 15 | C _L = 15 pF R _L = 280 kΩ | 5 | 8 | 6 |
| | | | | High-to-Low Level Output | C _L = 50 pF R _L = 2 kΩ | 16 | 27 | 16 | C _L = 50 pF R _L = 280 kΩ | 6.5 | 10 | 6.5 |
| tPHL | | | 2 | Propagation Delay Time, Low-to-High Level Output | C _L = 15 pF R _L = 2 kΩ | 16 | 27 | 16 | C _L = 15 pF R _L = 280 kΩ | 7 | 10.5 | 6.5 |
| | | | | High-to-Low Level Output | C _L = 50 pF R _L = 2 kΩ | 23 | 40 | 23 | C _L = 50 pF R _L = 280 kΩ | 9 | 14 | 8.5 |
| tPLH | | | 3 | Propagation Delay Time, Low-to-High Level Output | C _L = 15 pF R _L = 2 kΩ | 15 | 18 | 15 | C _L = 15 pF R _L = 280 kΩ | 7.5 | 12 | 7 |
| | | | | High-to-Low Level Output | C _L = 50 pF R _L = 2 kΩ | 16 | 27 | 16 | C _L = 50 pF R _L = 280 kΩ | 9 | 14 | 8.5 |
| tPHL | | | Any | Propagation Delay Time, Low-to-High Level Output | C _L = 15 pF R _L = 2 kΩ | 16 | 27 | 16 | C _L = 15 pF R _L = 280 kΩ | 5 | 8 | 6 |
| | | | | High-to-Low Level Output | C _L = 50 pF R _L = 2 kΩ | 23 | 40 | 23 | C _L = 50 pF R _L = 280 kΩ | 6.5 | 10 | 6.5 |
| tPLH | | | Any | Propagation Delay Time, High-to-Low Level Output | C _L = 15 pF R _L = 2 kΩ | 16 | 27 | 16 | C _L = 15 pF R _L = 280 kΩ | 7 | 10.5 | 6.5 |
| | | | | Low-to-High Level Output | C _L = 50 pF R _L = 2 kΩ | 23 | 40 | 23 | C _L = 50 pF R _L = 280 kΩ | 9 | 14 | 8.5 |
| tPHL | | | Any | Propagation Delay Time, High-to-Low Level Output | C _L = 15 pF R _L = 2 kΩ | 16 | 27 | 16 | C _L = 15 pF R _L = 280 kΩ | 6.5 | 10 | N/A |
| | | | | Low-to-High Level Output | C _L = 50 pF R _L = 2 kΩ | 23 | 40 | 23 | C _L = 50 pF R _L = 280 kΩ | 8 | 12 | N/A |
| tPLH | | | 3 | Propagation Delay Time, Low-to-High Level Output | C _L = 15 pF R _L = 2 kΩ | 15 | 18 | 15 | C _L = 15 pF R _L = 280 kΩ | 7.5 | 12 | 7 |
| | | | | High-to-Low Level Output | C _L = 50 pF R _L = 2 kΩ | 16 | 27 | 16 | C _L = 50 pF R _L = 280 kΩ | 9 | 14 | 8.5 |
| tPHL | | | Any | Propagation Delay Time, Low-to-High Level Output | C _L = 15 pF R _L = 2 kΩ | 16 | 27 | 16 | C _L = 15 pF R _L = 280 kΩ | 5 | 8 | 6 |
| | | | | High-to-Low Level Output | C _L = 50 pF R _L = 2 kΩ | 23 | 40 | 23 | C _L = 50 pF R _L = 280 kΩ | 6.5 | 10 | 6.5 |

DM54, DM74LS138, S138, LS139, S139

MSI



MSI

DM54/DM74LS138, S138, LS139, S139

Truth Tables

LS138, S138

| Inputs | | Outputs | | | | | | | | | | |
|--------|--------|---------|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Enable | Select | C | B | A | Y0 | Y1 | Y2 | Y3 | Y4 | Y5 | Y6 | Y7 |
| G1 | G2 | X | X | X | H | H | H | H | H | H | H | H |
| L | X | X | X | X | H | H | H | H | H | H | H | H |
| H | L | L | L | L | L | H | H | H | H | H | H | H |
| H | L | L | L | H | H | L | H | H | H | H | H | H |
| H | L | L | H | L | H | H | L | H | H | H | H | H |
| H | L | L | H | H | H | H | H | L | H | H | H | H |
| H | L | H | L | H | H | H | H | H | L | H | H | H |
| H | L | H | H | L | H | H | H | H | H | L | H | H |
| H | L | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | L |

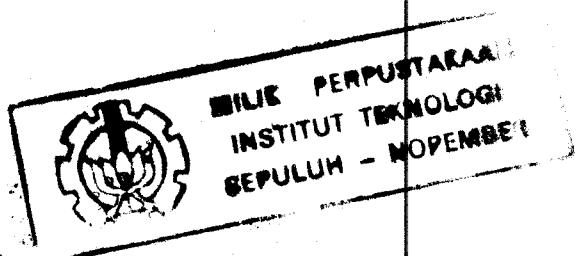
* $G_2 = G_2A + G_2B$

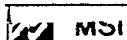
H = High level, L = low level, X = don't care

LS139, S139

| Inputs | | Outputs | | | | | | |
|--------|--------|---------|---|---|----|----|----|----|
| Enable | Select | G | B | A | Y0 | Y1 | Y2 | Y3 |
| | | H | X | X | H | H | H | H |
| | | L | L | L | L | H | H | H |
| | | L | L | H | H | L | H | H |
| | | L | H | L | H | H | L | H |
| | | L | H | H | H | H | H | L |

H = high level, L = low level, X = don't care





DM54/DM74150, 151A, LS151, S151

Data Selectors/Multiplexers

General Description

These data selectors/multiplexers contain full on-chip decoding to select the desired data source. The 150 selects one-of-sixteen data sources; the 151A, LS151, and S151 select one-of-eight data sources. The 150, 151A, LS151, and S151 have a strobe input which must be at a low logic level to enable these devices. A high level at the strobe forces the W output high, and the Y output (as applicable) low.

The 151A, LS151, and S151 feature complementary W and Y outputs whereas the 150 has an inverted (W) output only.

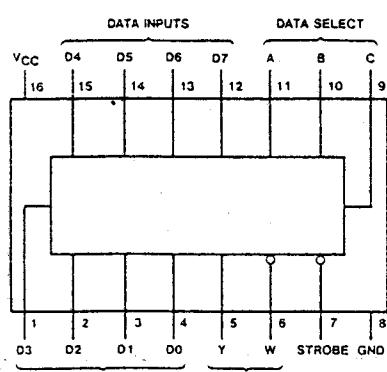
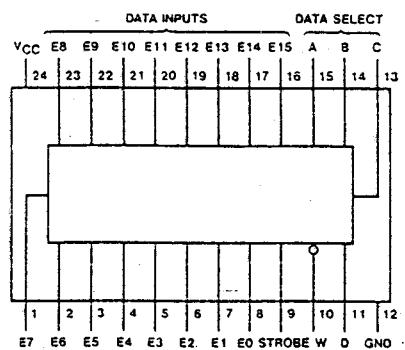
The 151A incorporates address buffers which have symmetrical propagation delay times through the complementary paths. This reduces the possibility of transients occurring at the output(s) due to changes made at the select inputs, even when the 151A outputs are enabled (i.e., strobe low).

Features

- 150 selects one-of-sixteen data lines
- Others select one-of-eight data lines
- Performs parallel-to-serial conversion
- Permits multiplexing from N lines to one line
- Also for use as Boolean function generator

| Type | Typical Average | | Typical Power Dissipation |
|-------|------------------------|------------------------|---------------------------|
| | Propagation Delay Time | Data Input To W Output | |
| 150 | | 11 ns | 200 mW |
| 151A | | 9 ns | 135 mW |
| LS151 | | 12.5 ns | 30 mW |
| S151 | | 4.5 ns | 225 mW |

Connection Diagrams



Truth Tables

| 54150/74150 | | | | |
|-------------|----------|---|---|----------|
| Inputs | | | | Output W |
| Select | Strobe S | | | |
| X | X | X | X | H |
| L | L | L | L | L |
| L | L | L | H | L |
| L | L | H | L | L |
| L | L | H | H | L |
| L | H | L | L | L |
| L | H | L | H | L |
| L | H | H | L | L |
| H | L | L | L | L |
| H | L | L | H | L |
| H | L | H | H | L |
| H | H | L | L | L |
| H | H | L | H | L |
| H | H | H | L | L |
| H | H | H | H | L |

54151A/74151A, 54LS151/74LS151,
74S151

| Inputs | | | Outputs | |
|--------|----------|---|---------|----|
| Select | Strobe S | Y | W | |
| X | X | X | H | L |
| L | L | L | L | D0 |
| L | L | H | L | D1 |
| L | H | L | L | D2 |
| L | H | H | L | D3 |
| H | L | L | L | D4 |
| H | L | H | L | D5 |
| H | H | L | L | D6 |
| H | H | H | L | D7 |

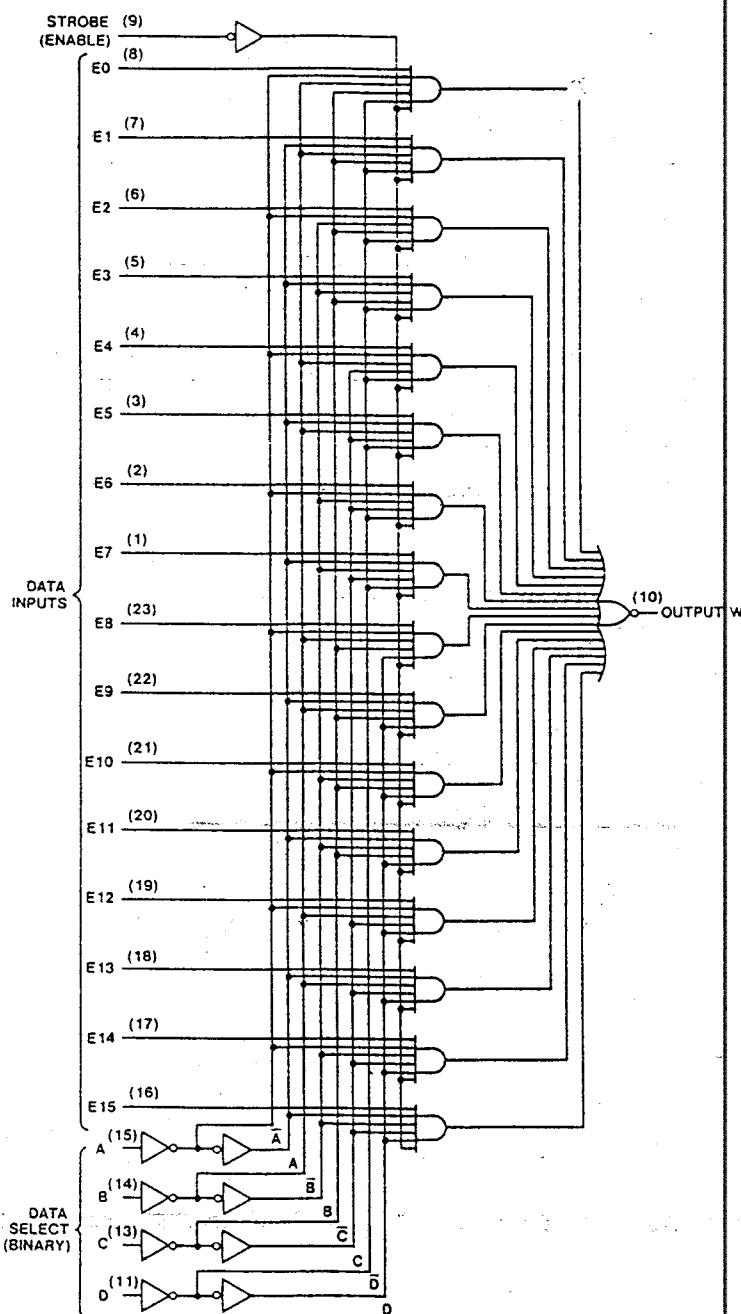
H = High Level, L = Low Level, X = Don't Care
 E0, E1, ..., E15 = the complement of the level of the respective E input
 D0, D1, ..., D7 = the level of the respective D input



DM54/DM74150, 151A, LS151, S151

Logic Diagrams

150



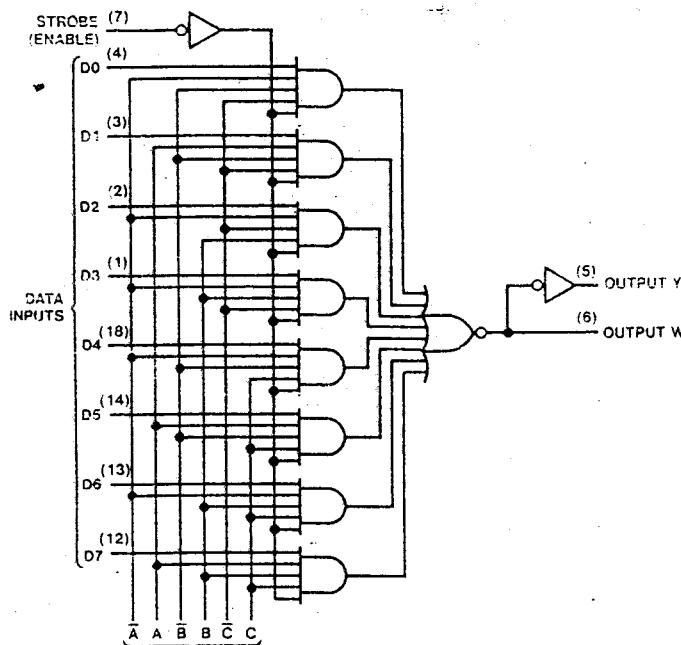


MSI

DM54/DM74150, 151A, LS151, S151

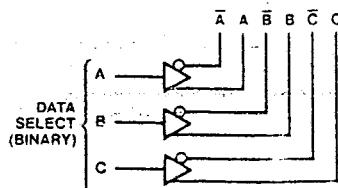
Logic Diagrams (Continued)

151A, LS151, S151

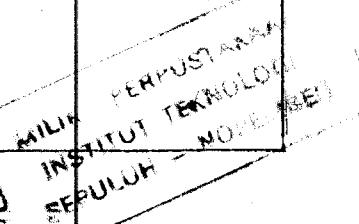
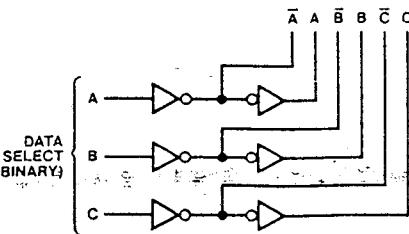


See Address Buffers Below

Address Buffers for 54151A/74151A



Address Buffers for 54LS151/74LS151, 74S151





MSI

DM54/DM74150, 151A, LS151, S151

Electrical Characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

| Parameter | Conditions | DM54/74 | | | DM54/74 | | | DM54/74 | | |
|-----------------|--|--|--------------------------|------|---------|---------|------|---------|---------|---------------|
| | | 150, 151A | | | LS151 | | | S151 | | |
| | | Min | Typ (1) | Max | Min | Typ (1) | Max | Min | Typ (1) | Max |
| V _{IH} | High Level Input Voltage | 2 | | 2 | | | 2 | | | V |
| V _{IL} | Low Level Input Voltage | DM54 | 0.8 | | | 0.8 | | 0.8 | | V |
| V _I | Input Clamp Voltage | DM74 | 0.8 | | | 0.8 | | 0.8 | | V |
| I _{OH} | High Level Output Current | | -1.5 | | | | -1.5 | | | -1.2 |
| V _{OH} | High Level Output Voltage | VCC = Min | I _{OH} = -12 mA | | | -800 | | -400 | | -1000 μ A |
| I _{OL} | Low Level Output Current | VCC = Min, V _{IH} = 2 V | DM54 | 2.4 | | 2.5 | 3.4 | 2.5 | 3.4 | V |
| V _{OL} | Low Level Output Voltage | V _{IH} = Max, I _{OH} = Max | DM74 | 2.4 | | 2.7 | 3.4 | 2.7 | 3.4 | V |
| I _{IL} | Input Current at Maximum Input Voltage | VCC = Min | I _{OL} = Max | DM54 | | 16 | | 4 | | 20 mA |
| I _{IL} | High Level Input Current | V _{IH} = 2 V | I _{OL} = 4 mA | DM74 | | 16 | | 8 | | 20 mA |
| I _{IL} | Low Level Input Current | VCC = Max | I _{OL} = 4 mA | DM74 | | 0.25 | 0.4 | 0.25 | 0.4 | 0.5 V |
| I _{OS} | Short Circuit Output Current | V _{CC} = Max (2) | DM54 | -20 | -55 | -20 | -100 | -40 | -100 | -100 mA |
| I _{CC} | Supply Current | V _{CC} = Max (3) | DM74 | -18 | -55 | -20 | -100 | -40 | -100 | -100 mA |
| | | | 150 | 40 | 68 | | | | | |
| | | | 151A | 27 | 48 | | | | | |
| | | | Others | | | | 6 | 10 | 45 | 70 |

Note 1: All typical values are at V_{CC} = 6 V, T_A = 25°C.

Note 2: No more than one output should be shorted at a time, and for DM64LS/74LS or DM64S/74S duration of short circuit should not exceed one second.

Note 3: I_{CC} is measured with the strobe and data select inputs at 4.5 V, all other inputs and outputs open.

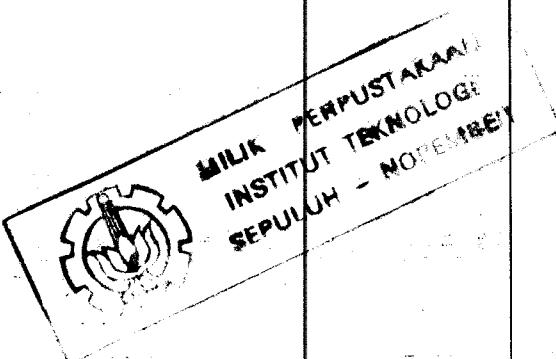
Switching Characteristics $V_{CC} = 5\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$

| Parameter | From (Input) | To (Output) | Conditions | DM54/74 | | | | LS151 | | | | DM54/74 | | | | S151 | | | | DM54/74 | | | |
|------------------|---|----------------------|------------|--|-----|-----|------|-------|-----|---|-----|---------|--|-----|-----|------------------------|------|------|-----|---------|-----|--|--|
| | | | | Min | Typ | Max | Min | Typ | Max | Min | Typ | Max | Min | Typ | Max | Min | Typ | Max | Min | Typ | Max | | |
| t _{PLH} | Propagation Delay Time, Low-to-High Level Output | | | | N/A | | 23 | 38 | | C _L = 15 pF R _L = 2 kΩ | 27 | 43 | C _L = 15 pF R _L = 280 Ω | 27 | 43 | R _L = 280 Ω | 12 | 18 | ns | | | | |
| t _{PHL} | Propagation Delay Time, High-to-Low Level Output | Select (4 levels) | Y | | N/A | | 23 | 30 | | C _L = 50 pF R _L = 2 kΩ | 30 | 40 | C _L = 50 pF R _L = 280 Ω | 30 | 40 | R _L = 280 Ω | 13.5 | 21 | ns | | | | |
| t _{PLH} | Propagation Delay Time, Low-to-High Level Output | Select (3 levels) | Y | | | | 21 | 36 | | C _L = 15 pF R _L = 2 kΩ | 18 | 30 | C _L = 15 pF R _L = 280 Ω | 18 | 30 | R _L = 280 Ω | 12 | 18 | ns | | | | |
| t _{PHL} | Propagation Delay Time, High-to-Low Level Output | Select (3 levels) | W | | | | 22 | 33 | | C _L = 15 pF R _L = 2 kΩ | 24 | 36 | C _L = 50 pF R _L = 280 Ω | 24 | 36 | R _L = 280 Ω | 14 | 21 | ns | | | | |
| t _{PLH} | Propagation Delay Time, Low-to-High Level Output | | | C _L = 15 pF R _L = 400 Ω | N/A | | 25 | 33 | | C _L = 50 pF R _L = 2 kΩ | 14 | 23 | C _L = 15 pF R _L = 280 Ω | 14 | 23 | R _L = 280 Ω | 10 | 15 | ns | | | | |
| t _{PHL} | Propagation Delay Time, High-to-Low Level Output | Strobe | Y | | | | 19 | 30 | | C _L = 50 pF R _L = 2 kΩ | 20 | 32 | C _L = 15 pF R _L = 280 Ω | 20 | 32 | R _L = 280 Ω | 9 | 13.5 | ns | | | | |
| t _{PLH} | Propagation Delay Time, Low-to-High Level Output | | | | | | 15.5 | 24 | | C _L = 50 pF R _L = 2 kΩ | 26 | 40 | C _L = 50 pF R _L = 280 Ω | 26 | 40 | R _L = 280 Ω | 11 | 17 | ns | | | | |
| t _{PHL} | Propagation Delay Time, High-to-Low Level Output | Strobe | W | | | | 21 | 30 | | C _L = 15 pF R _L = 2 kΩ | 20 | 32 | C _L = 15 pF R _L = 280 Ω | 20 | 32 | R _L = 280 Ω | 11 | 16.5 | ns | | | | |
| t _{PLH} | Propagation Delay Time, Low-to-High Level Output | | | | | | 11 | 21 | | C _L = 50 pF R _L = 2 kΩ | 15 | 24 | C _L = 50 pF R _L = 280 Ω | 15 | 24 | R _L = 280 Ω | 12 | 18 | ns | | | | |
| t _{PHL} | Propagation Delay Time, High-to-Low Level Output | Strobe | * | | | | 21 | 30 | | C _L = 50 pF R _L = 2 kΩ | 18 | 27 | C _L = 50 pF R _L = 280 Ω | 18 | 27 | R _L = 280 Ω | 10.5 | 18 | ns | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

DM54/DM74150, 151A, LS151, S151

Switching Characteristics (Continued)

| Parameter | From (Input) | To (Output) | Conditions | DM54/74 | | | | LS151 | | | | DM54/74 | | | | S151 | | | | DM54/74 | | | |
|-----------|---|------------------------------------|------------|---------|-----|-----|-----|-------|-------------------------|-------------------------|-----|--------------------------|--------------------------|-----|-----|------------|-----|-----|-----|---------|--|--|--|
| | | | | Min | Typ | Max | Min | Typ | Max | Min | Typ | Max | Min | Typ | Max | Conditions | Min | Typ | Max | Units | | | |
| IPLH | Propagation Delay Time, Low-to-High Level Output | | | | N/A | | 17 | 24 | | CL = 15 pF RL = 2 kΩ | 20 | 32 | CL = 15 pF RL = 280 Ω | 8 | 12 | | | | | ns | | | |
| IPLH | Propagation Delay Time, High-to-Low Level Output | DO thru D7 | Y | | | | | | CL = 50 pF RL = 2 kΩ | 23 | 36 | CL = 50 pF RL = 280 Ω | 9.5 | 15 | | | | | | | | | |
| IPLH | Propagation Delay Time, Low-to-High Level Output | | | | N/A | | 18 | 24 | | CL = 15 pF RL = 2 kΩ | 16 | 26 | CL = 15 pF RL = 280 Ω | 8 | 12 | | | | | ns | | | |
| IPLH | Propagation Delay Time, High-to-Low Level Output | | | | | | | | CL = 50 pF RL = 2 kΩ | 22 | 33 | CL = 50 pF RL = 280 Ω | 10 | 15 | | | | | | | | | |
| IPLH | Propagation Delay Time, Low-to-High Level Output | | | | | | | | CL = 15 pF RL = 2 kΩ | 13 | 21 | CL = 15 pF RL = 280 Ω | 4.5 | 7 | | | | | ns | | | | |
| IPLH | Propagation Delay Time, High-to-Low Level Output | E0 thru E15 or DO thru D7 | W | | | | | | CL = 50 pF RL = 2 kΩ | 16 | 25 | CL = 50 pF RL = 280 Ω | 6 | 9 | | | | | | | | | |





SSI

DM54/DM74LS240, S240, LS241, S241, LS244, S244, S940, S941

Octal TRI-STATE® Buffers/Line Drivers/Line Receivers

General Description

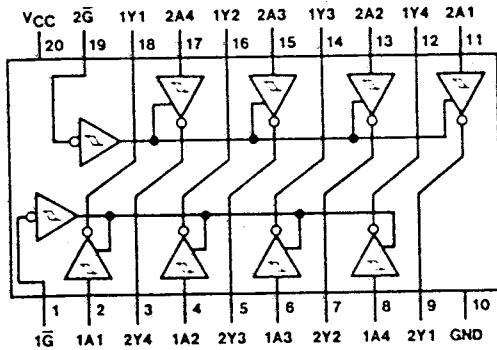
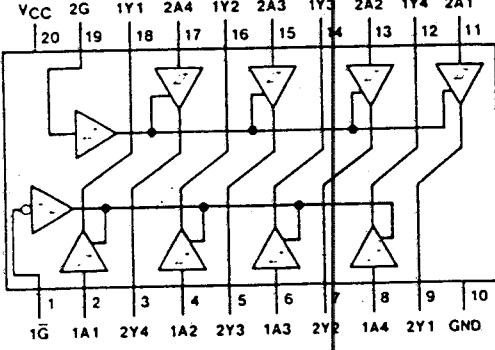
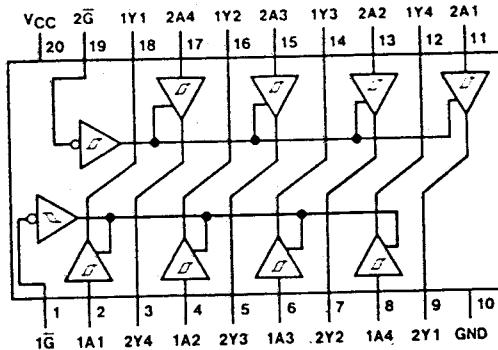
These buffers/line drivers are designed to improve both the performance and PC board density of TRI-STATE® buffers/drivers employed as memory-address drivers, clock drivers, and bus-oriented transmitters/receivers. Featuring 400 mV of hysteresis at each low current PNP data line input, they provide improved noise rejection and high fanout outputs, and can be used to drive terminated lines down to 133 Ω.

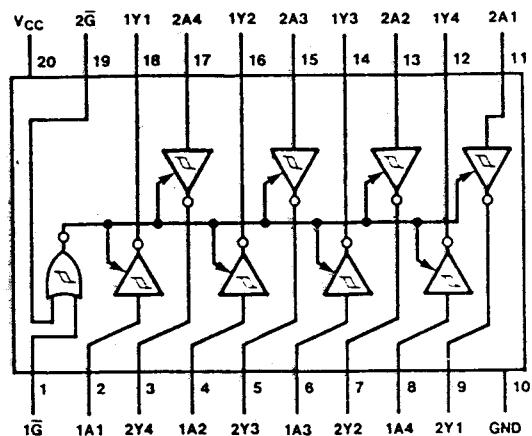
Features

- TRI-STATE outputs drive bus lines directly
- PNP inputs reduce DC loading on bus lines
- Hysteresis at inputs improves noise margins

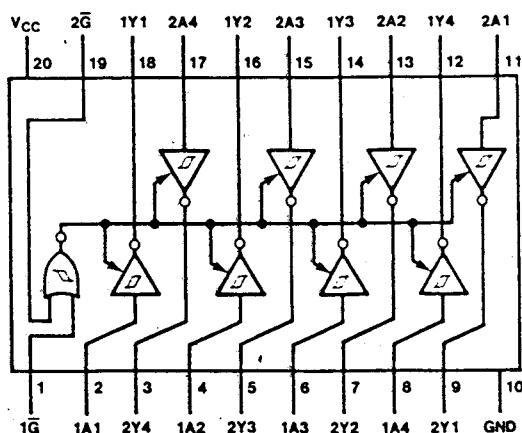
| | Typical I _{OL} (Sink) | Typical I _{OH} (Source) | Typical Propagation Delay Times | Typical Enable/ Disable | Typical Power Dissipation (Enabled) |
|---------|--------------------------------------|--|------------------------------------|-------------------------------|---|
| Current | Current | Current | Inverting Noninverting | Times | Inverting Noninverting |
| 54LS | 12 mA | -12 mA | 10.5 ns | 12 ns | 18 ns 130 mW 135 mW |
| 74LS | 24 mA | -15 mA | 10.5 ns | 12 ns | 18 ns 130 mW 135 mW |
| 54S | 48 mA | -12 mA | 4.5 ns | 6 ns | 9 ns 450 mW 538 mW |
| 74S | 64 mA | -15 mA | 4.5 ns | 6 ns | 9 ns 450 mW 538 mW |

Connection Diagrams

54LS240 (J)
54S240 (J)74LS240 (N)
74S240 (N)54LS241 (J)
54S241 (J)74LS241 (N)
74S241 (N)54LS244 (J)
54S244 (J)74LS244 (N)
74S244 (N)

DM54/DM74LS240, S240, LS241, S241, LS244, S244, S940, S941
Connection Diagrams (Continued)


54S940 (J); 74S940 (N)



54S941 (J); 74S941 (N)

| Electrical Characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted) | | | | | | | |
|---|--|---|-------------------------|--------------------------------|---------|---------|---------|
| Parameter | Conditions | DM54/74 | | | DM54/74 | | Units |
| | | LS240, LS241 LS244 | | S240, S241, S244 S940, S941 | Min | Typ (1) | |
| | | Min | Typ (1) | Max | Min | Typ (1) | |
| V _{IH} | High Level Input Voltage | | | 2 | | 2 | V |
| V _{IL} | Low Level Input Voltage | | | | 0.8 | | 0.8 V |
| V _I | Input Clamp Voltage | V _{CC} = Min, I _I = -18 mA | | | -1.5 | | -1.2 V |
| | Hysteresis (V _{T+} - V _{T-}) | V _{CC} = Min | 0.2 | 0.4 | 0.2 | 0.4 | V |
| I _{OH} | High Level Output Current | | DM54 | | -12 | | -12 mA |
| | | | DM74 | | -15 | | -15 mA |
| V _{OH} | High Level Output Voltage | V _{CC} = 4.75 V, V _{IH} = 2 V V _{IL} = 0.8 V, I _{OH} = -1 mA | 2.7 | | 2.7 | | V |
| | | V _{CC} = Min, V _{IH} = 2 V V _{IL} = 0.8 V, I _{OH} = -3 mA | 2.4 | 3.4 | 2.4 | 3.4 | V |
| | | V _{CC} = Min, V _{IH} = 2 V V _{IL} = 0.5 V, I _{OH} = Max | 2 | | 2 | | V |
| I _{OL} | Low Level Output Current | | DM54 | | 12 | | 48 mA |
| | | | DM74 | | 24 | | 64 mA |
| V _{OL} | Low Level Output Voltage | V _{CC} = Min V _{IL} = 0.8 V V _{IH} = 2 V | I _{OL} = 12 mA | | 0.4 | | V |
| | | | DM54 | | 0.4 | | 0.55 V |
| | | | DM74 | | 0.5 | | V |
| I _{OZH} | Off-State Output Current High Level Voltage Applied | V _{CC} = Max V _{IL} = 0.8 V V _{IH} = 2 V | V _O = 2.7 V | | 20 | | |
| | | | V _O = 2.4 V | | | 50 | μA |
| I _{OZL} | Off-State Output Current, Low Level Voltage Applied | V _{CC} = Max V _{IL} = 0.8 V V _{IH} = 2 V | V _O = 0.4 V | | -20 | | |
| | | | V _O = 0.5 V | | | -50 | μA |
| I _I | Input Current at Maximum Input Voltage | V _{CC} = Max | V _I = 7 V | | 0.1 | | mA |
| | | | V _I = 5.5 V | | | 1 | mA |
| I _{IIH} | High Level Input Current | V _{CC} = Max, V _I = 2.7 V | | | 20 | | 50 μA |
| I _{IL} | Low Level Input Current | V _{CC} = Max | V _I = 0.4 V | | -0.2 | | mA |
| | | | Any A | | | -400 μA | |
| | | | V _I = 0.5 V | | | -2 mA | |
| I _{OS} | Short Circuit Output Current | V _{CC} = Max (2) | | -40 | -225 | -50 | -225 mA |
| | | | | 13 | 23 | | |
| ICC | Supply Current | Outputs High | LS240, 241, 244 | | | | |
| | | | S240 | DM54 | | | 80 123 |
| | | | S940 | DM74 | | | 80 135 |
| | | | S241, 244 | DM54 | | | 95 147 |
| | | | S941 | DM74 | | | 95 160 |
| | | Outputs Low | LS240 | | 28 | 44 | |
| | | | LS241, 244 | | 27 | 46 | |
| | | | S240 | DM54 | | | 100 145 |
| | | | S940 | DM74 | | | 100 150 |
| | | | S241, 244 | DM54 | | | 120 170 |
| | | | S941 | DM74 | | | 120 180 |
| | | | LS240 | | 29 | 50 | |
| | | Outputs Disabled | LS241, 244 | | 32 | 54 | |
| | | | S240 | DM54 | | | 100 145 |
| | | | S940 | DM74 | | | 100 150 |
| | | | S241, 244 | DM54 | | | 120 170 |
| | | | S941 | DM74 | | | 120 180 |

DM54/DM74LS240, S240, LS241, S241, LS244, S244, S940, S941
Switching Characteristics V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C

| Parameter | Conditions | DM54/74 | | | DM54/74 | | | Units | |
|--|-------------------------|-----------------------|------------|-----|--------------------------------|---------|-----|-------|--|
| | | LS240, LS241 LS244 | | | S240, S241, S244 S940, S941 | | | | |
| | | Min | Typ (1) | Max | Min | Typ (1) | Max | | |
| t _{pLH} Propagation Delay Time Low to High Level Output | C _L = 45 pF | RL = 667 Ω | LS240 | 3 | 9 | 14 | | ns | |
| | | RL = 667 Ω | LS241, 244 | 5 | 12 | 18 | | | |
| | | RL = 90 Ω | S240, 940 | | | | 2 | | |
| t _{pHL} Propagation Delay Time High to Low Level Output | C _L = 45 pF | RL = 667 Ω | LS240 | 5 | 12 | 18 | | ns | |
| | | RL = 667 Ω | LS241, 244 | 7 | 12 | 18 | | | |
| | | RL = 90 Ω | S240, 940 | | | | 2 | | |
| t _{pZL} Output Enable Time to Low Level | C _L = 45 pF | RL = 667 Ω | LS240 | 10 | 20 | 30 | | ns | |
| | | RL = 667 Ω | LS241, 244 | 10 | 20 | 30 | | | |
| | | RL = 90 Ω | S240, 940 | | | | 3 | | |
| t _{pZH} Output Enable Time to High Level | C _L = 45 pF | RL = 667 Ω | LS240 | 5 | 15 | 23 | | ns | |
| | | RL = 667 Ω | LS241, 244 | 10 | 15 | 23 | | | |
| | | RL = 90 Ω | S240, 940 | | | | 2 | | |
| t _{pLZ} Output Disable Time from Low Level | C _L = 5 pF | RL = 667 Ω | LS240 | 7 | 15 | 25 | | ns | |
| | | RL = 667 Ω | LS241, 244 | 8 | 15 | 25 | | | |
| | | RL = 90 Ω | S240, 940 | | | | 4 | | |
| t _{pHZ} Output Disable Time from High Level | C _L = 5 pF | RL = 667 Ω | LS240 | 5 | 10 | 18 | | ns | |
| | | RL = 667 Ω | LS241, 244 | 5 | 10 | 18 | | | |
| | | RL = 90 Ω | S240, 940 | | | | 2 | | |
| t _{pLH} Propagation Delay Time Low to High Level Output | C _L = 150 pF | RL = 667 Ω | LS240 | 5 | 11 | 18 | | ns | |
| | | RL = 667 Ω | LS241, 244 | 6 | 14 | 21 | | | |
| | | RL = 90 Ω | S240, 940 | | | | 3 | | |
| t _{pHL} Propagation Delay Time High to Low Level Output | C _L = 150 pF | RL = 667 Ω | LS240 | 6 | 15 | 22 | | ns | |
| | | RL = 667 Ω | LS241, 244 | 6 | 15 | 22 | | | |
| | | RL = 90 Ω | S240, 940 | | | | 3 | | |
| t _{pZL} Output Enable Time to Low Level | C _L = 150 pF | RL = 667 Ω | LS240 | 12 | 22 | 33 | | ns | |
| | | RL = 667 Ω | LS241, 244 | 12 | 22 | 33 | | | |
| | | RL = 90 Ω | S240, 940 | | | | 6 | | |
| t _{pZH} Output Enable Time to High Level | C _L = 150 pF | RL = 667 Ω | LS240 | 6 | 18 | 26 | | ns | |
| | | RL = 667 Ω | LS241, 244 | 11 | 18 | 26 | | | |
| | | RL = 90 Ω | S240, 940 | | | | 4 | | |

DM54/74LS245

TRI-STATE® Octal Bus Transceiver

General Description

These octal-bus transceivers are designed for asynchronous two-way communication between data buses. The control function implementation minimizes external timing requirements.

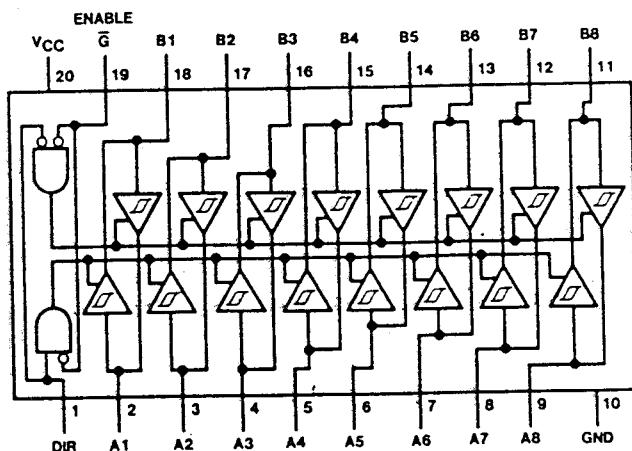
The device allows data transmission from the A bus to the B bus or from the B bus to the A bus depending upon the logic level at the direction control (DIR) input. The enable input (\bar{G}) can be used to disable the device so that the buses are effectively isolated.

Features

- Bi-directional bus transceiver in a high-density 20-pin package
- Tri-state outputs drive bus lines directly
- P-N-P inputs reduce D-C loading on bus lines
- Hysteresis at bus inputs improve noise margins
- Typical propagation delay times, port-to-port...8 ns
- Typical enable/disable times...17ns

| Type | I_{OL} (Sink Current) | I_{OH} (Source Current) |
|---------|----------------------------|------------------------------|
| 54LS245 | 12 mA | -12 mA |
| 74LS245 | 24 mA | -15 mA |

Connection Diagram



54LS245 (J); 74LS245 (N)

Truth Table

| Enable \bar{G} | Direction Control DIR | Operation |
|---------------------|-----------------------------|-----------------|
| L | L | B data to A bus |
| L | H | A data to B bus |
| H | X | Isolation |

H = high level, L = low level, X = irrelevant

DM54/74LS245

Electrical Characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

| Parameter | Conditions | DM54/74 | | | Units | | |
|------------------|--|---|-------------------------|------------------------|-------|--|--|
| | | LS245 | | | | | |
| | | Min | Typ (1) | Max | | | |
| V _{IH} | High Level Input Voltage | | 2 | | V | | |
| V _{IL} | Low Level Input Voltage | | | 0.8 | V | | |
| V _I | Input Clamp Voltage | V _{CC} = Min, I _I = -18 mA | | -1.5 | V | | |
| | Hysteresis (V _{T+} - V _{T-}) | V _{CC} = Min | 0.2 | 0.4 | V | | |
| I _{OH} | High Level Output Current | | DM54 | | -12 | | |
| | | | DM74 | | -15 | | |
| V _{OH} | High Level Output Voltage | V _{CC} = 4.75 V, V _{IH} = 2 V V _{IL} = 0.8 V, I _{OH} = -1 mA | 2.7 | | V | | |
| | | V _{CC} = Min, V _{IH} = 2 V V _{IL} = 0.8 V, I _{OH} = -3 mA | 2.4 | 3.4 | | | |
| | | V _{CC} = Min, V _{IH} = 2 V V _{IL} = 0.5 V, I _{OH} = Max | 2 | | | | |
| I _{OL} | Low Level Output Current | | DM54 | | 12 | | |
| | | | DM74 | | 24 | | |
| V _{OL} | Low Level Output Voltage | V _{CC} = Min V _{IL} = 0.8 V V _{IH} = 2 V | I _{OL} = 12 mA | DM74 | 0.4 | | |
| | | | DM54 | 0.4 | | | |
| | | I _{OL} = Max | DM74 | 0.5 | | | |
| I _{OZH} | Off-State Output Current, High Level Voltage Applied | V _{CC} = Max V _{IL} = 0.8 V V _{IH} = 2 V | V _O = 2.7 V | | 10 | | |
| | | | | | μA | | |
| I _{OZL} | Off-State Output Current, Low Level Voltage Applied | | | | -200 | | |
| | | | | | μA | | |
| I _I | Input Current at Maximum Input Voltage | V _{CC} = Max | A or B | V _I = 5.5 V | 0.1 | | |
| | | | DIR or \bar{G} | V _I = 7 V | mA | | |
| I _{IH} | High Level Input Current | V _{CC} = Max, V _I = 2.7 V | | | 20 | | |
| I _{IL} | Low Level Input Current | V _{CC} = Max, V _I = 0.4 V | | | -0.2 | | |
| I _{OS} | Short Circuit Output Current | V _{CC} = Max (2) | -40 | | mA | | |
| I _{CC} | Supply Current | Outputs High | | 48 | 70 | | |
| | | Outputs Low | | 62 | 90 | | |
| | | Outputs at Hi-Z | | 64 | 95 | | |

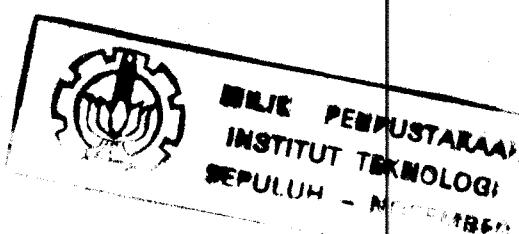
Note 1: All typical values are at V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C.

Note 2: Not more than one output shorted at a time, not to exceed one second duration.

DM54/74LS245

Switching Characteristics V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C

| Parameter | Conditions | DM54/74 | | | Unit | |
|-------------------|--|---------|-----|-----|------|--|
| | | LS245 | | | | |
| | | Min | Typ | Max | | |
| t _{PLH} | Propagation Delay Time, Low-to-High-Level Output C _L = 45 pF R _L = 667 Ω | | 8 | 12 | ns | |
| t _{PHL} | | | 8 | 12 | ns | |
| t _{PZL} | | | 27 | 40 | ns | |
| t _{PZH} | | | 25 | 40 | ns | |
| t _{P LZ} | Output Disable Time from Low Level C _L = 5 pF R _L = 667 Ω | | 15 | 25 | ns | |
| t _{PHZ} | | | 15 | 25 | ns | |
| t _{PLH} | | | 10 | 16 | ns | |
| t _{PHL} | | | 11 | 17 | ns | |
| t _{PZL} | Output Enable Time to Low Level C _L = 150 pF R _L = 667 Ω | | 30 | 45 | ns | |
| t _{PZH} | | | 30 | 45 | ns | |





DM54/DM74LS390, LS393

Truth Tables

'LS390
BCD COUNT SEQUENCE
(EACH COUNTER)
(See Note A)

| Count | Output | | | |
|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | Q _D | Q _C | Q _B | Q _A |
| 0 | L | L | L | L |
| 1 | L | L | L | H |
| 2 | L | L | H | L |
| 3 | L | L | H | H |
| 4 | L | H | L | L |
| 5 | L | H | L | H |
| 6 | L | H | H | L |
| 7 | L | H | H | H |
| 8 | H | L | L | L |
| 9 | H | L | L | H |

'LS390
BI-QUINARY (5-2)
(EACH COUNTER)
(See Note B)

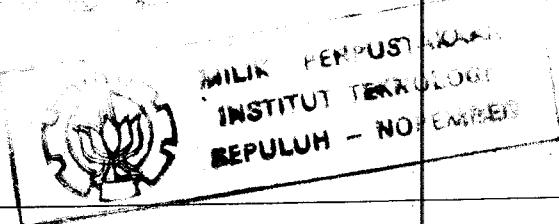
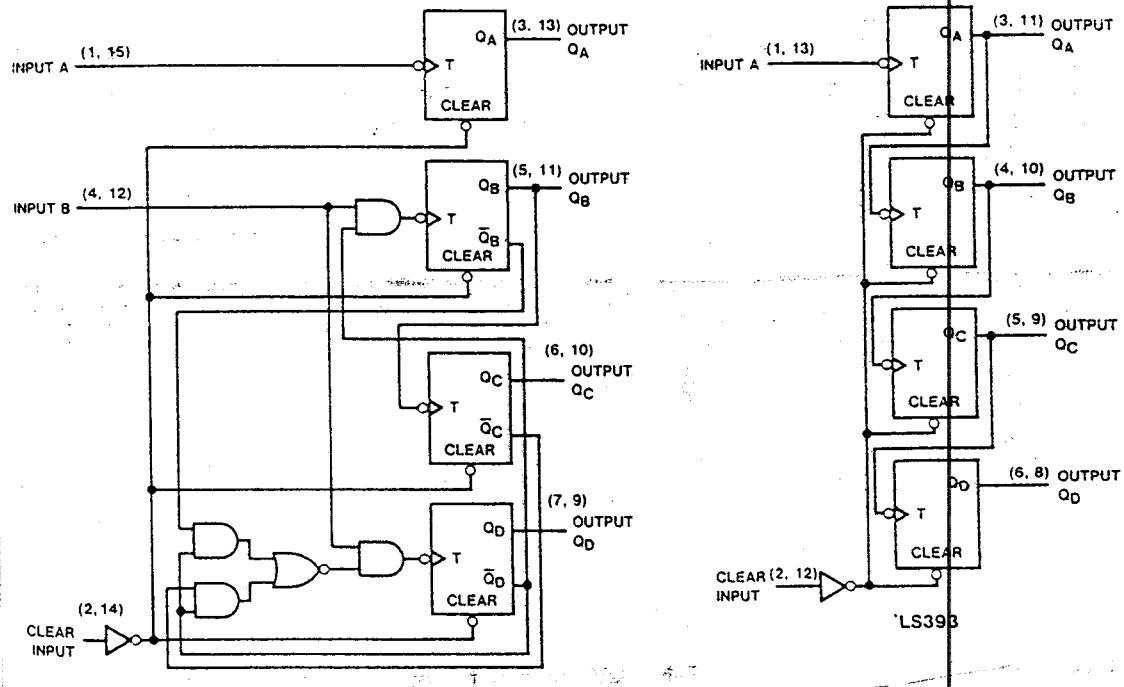
| Count | Output | | | |
|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | Q _A | Q _D | Q _C | Q _B |
| 0 | L | L | L | L |
| 1 | L | L | L | H |
| 2 | L | L | H | L |
| 3 | L | L | H | H |
| 4 | L | H | L | L |
| 5 | H | L | L | L |
| 6 | H | L | L | H |
| 7 | H | L | H | L |
| 8 | H | L | H | H |
| 9 | H | H | L | L |

'LS393
COUNT SEQUENCE
(EACH COUNTER)

| Count | Output | | | |
|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | Q _D | Q _C | Q _B | Q _A |
| 0 | L | L | L | L |
| 1 | L | L | L | H |
| 2 | L | L | H | L |
| 3 | L | L | H | H |
| 4 | L | H | L | L |
| 5 | L | H | L | H |
| 6 | L | H | H | L |
| 7 | L | H | H | H |
| 8 | H | L | L | L |
| 9 | H | L | L | H |
| 10 | H | H | L | L |
| 11 | H | H | L | H |
| 12 | H | H | H | L |
| 13 | H | H | H | H |
| 14 | H | H | H | L |
| 15 | H | H | H | H |

A. Output Q_A is connected to Input B for BCD count.
B. Output Q_D is connected to Input A for Bi-quinary count.
C. H = high level. L = low level.

Logic Diagrams





DM54/DM74LS390, LS393

Dual 4-Bit Decade and Binary Counters

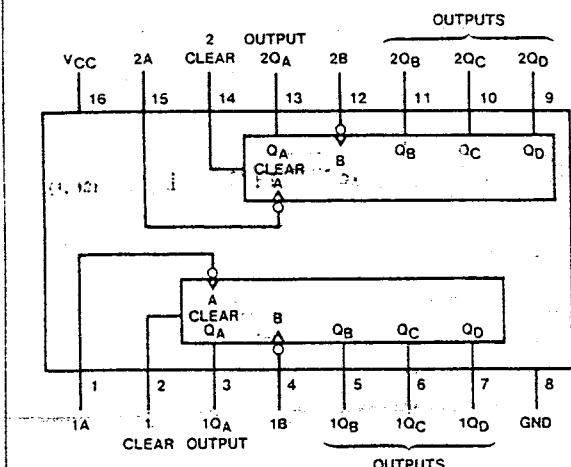
General Description

Each of these monolithic circuits contains eight master-slave flip-flops and additional gating to implement two individual four-bit counters in a single package. The 'LS390 incorporates dual divide-by-two and divide-by-five counters, which can be used to implement cycle lengths equal to any whole and/or cumulative multiples of 2 and/or 5 up to divide-by-100. When connected as a bi-quinary counter, the separate divide-by-two circuit can be used to provide symmetry (a square wave) at the final output stage. The 'LS393 comprises two independent four-bit binary counters each having a clear and a clock input. N-bit binary counters can be implemented with each package providing the capability of divide-by-256. The 'LS390, and 'LS393 have parallel outputs from each counter stage so that any submultiple of the input count frequency is available for system-timing signals.

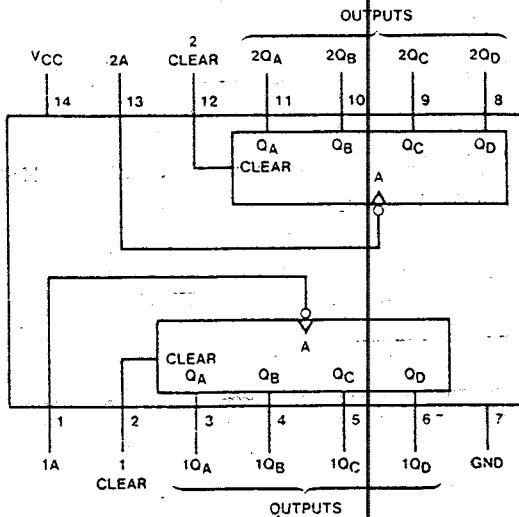
Features

- Dual Versions of the Popular 'LS90 and 'LS93
- 'LS390 . . . Individual Clocks for A and B Flip-Flops Provide Dual $\div 2$ and $\div 5$ Counters
- 'LS393 . . . Dual 4-Bit Binary Counter with Individual Clocks
- Each has Direct Clear for Each 4-Bit Counter
- Dual 4-Bit Versions Can Significantly Improve System Densities by Reducing Counter Package Count by 50%
- Typical Maximum Count Frequency . . . 35 MHz
- Buffered Outputs Reduce Possibility of Collector Commutation

Connection Diagrams



54LS390 (J,W); 74LS390 (N)



54LS393 (J,W); 74LS393 (N)

| MSI | | DM54/DM74LS390, LS393 | | | |
|----------------------------|--|--|---|------------------------|-------------|
| Electrical Characteristics | | over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted) | | | |
| Parameter | Conditions | DM54/74 | | Units | |
| | | Min | Typ (1) | | |
| | | Max | | | |
| V _{IH} | High Level Input Voltage | 2 | | | V |
| V _{IL} | Low Level Input Voltage | DM54 | | 0.8 | V |
| | | DM74 | | 0.8 | |
| V _I | Input Clamp Voltage | V _{CC} = Min, I _I = -18 mA | | -1.5 | V |
| I _{OH} | High Level Output Current | DM54 | | -400 | μ A |
| | | DM74 | | -400 | |
| V _{OH} | High Level Output Voltage | V _{CC} = Min, V _{IH} = 2 V V _{IL} = 0.8 V, I _{OH} = Max | DM54 | 2.5 | V |
| | | DM74 | 2.7 | 3.4 | |
| I _{OL} | Low Level Output Current | DM54 | | 4 | mA |
| | | DM74 | | 8 | |
| V _{OL} | Low Level Output Voltage | V _{CC} = Min, V _{IH} = 2 V V _{IL} = 0.8 V | I _{OL} = Max | DM54 | 0.25 |
| | | | I _{OL} = 4 mA | DM74 | 0.35 |
| | | | | DM74 | 0.25 |
| | | | | | 0.4 |
| I _I | Input Current at Maximum Input Voltage | Clear Input A Input B | V _{CC} = Max | V _I = 7 V | 0.1 |
| | | | | V _I = 5.5 V | 0.2 |
| | | | | | 0.4 |
| I _{IH} | High Level Input Current | Clear Input A Input B | V _{CC} = Max, V _I = 2.7 V | | 20 |
| | | | | | 40 |
| | | | | | 80 |
| I _{IL} | Low Level Input Current | Clear Input A Input B | V _{CC} = Max, V _I = 0.4 V | | -0.4 |
| | | | | | -1.6 |
| | | | | | -2.4 |
| I _{OS} | Short Circuit Output Current | V _{CC} = Max (2) | | -20 | mA |
| I _{CC} | Supply Current | V _{CC} = Max (3) | LS390 | 15 | 26 |
| | | | LS393 | 15 | 26 |

Note 1: All typical values are at V_{CC} = 5 V and T_A = 25°C.

Note 2: Only one output should be shorted at a time for a maximum duration of one second.

Note 3: I_{CC} is measured with all outputs open, both clear inputs grounded following momentary connection to 4.5 V, and all other inputs grounded.

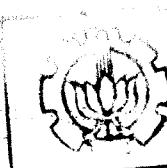


DM54/DM74LS390, LS393

Switching Characteristics $V_{CC} = 5\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$

| Parameter | | From (Input) | To (Output) | Conditions | DM54/74 | | | | | | Units | | |
|-----------|--|------------------------|-------------------|--|---------|-----|-----|-------|-----|-----|-------|----|--|
| | | | | | LS390 | | | LS393 | | | | | |
| | | | | | Min | Typ | Max | Min | Typ | Max | | | |
| t_{MAX} | Maximum Clock Frequency | A | Q_A | $C_L = 15\text{ pF}$ $R_L = 2\text{ k}\Omega$ | 25 | 35 | | 25 | 35 | | MHz | | |
| | | B | Q_B | | 20 | 30 | | | | | | | |
| | t_{PLH} | A | Q_A | | | 12 | 20 | | 12 | 20 | | ns | |
| | Propagation Delay Time Low-to-High Level Output | | | | | 13 | 20 | | 13 | 20 | | | |
| | t_{PHL} | A | Q_D of LS390 | | | 37 | 60 | | 40 | 60 | | ns | |
| | Propagation Delay Time High-to-Low Level Output | | | | | 39 | 60 | | 40 | 60 | | | |
| | t_{PLH} | B | Q_B | | | 13 | 21 | | | | | ns | |
| | Propagation Delay Time Low-to-High Level Output | | | | | 14 | 21 | | | | | | |
| | t_{PHL} | B | Q_C | | | 24 | 39 | | | | | ns | |
| | Propagation Delay Time High-to-Low Level Output | | | | | 26 | 39 | | | | | | |
| | t_{PLH} | B | Q_D | | | 13 | 21 | | | | | ns | |
| | Propagation Delay Time Low-to-High Level Output | | | | | 14 | 21 | | | | | | |
| | t_{PHL} | Clear | Any | | | 24 | 39 | | 24 | 39 | | ns | |
| | Propagation Delay Time High-to-Low Level Output | | | | | | | | | | | | |
| t_W | Pulse Width | A Input High or Low | | | 20 | | | 20 | | | ns | | |
| | | B Input High or Low | | | 25 | | | 25 | | | | | |
| | | Clear High | | | 20 | | | 20 | | | | | |
| t_{SU} | Clear Inactive State Setup Time | | | | 25† | | | 25† | | | ns | | |

| | | | | DM54/DM74L | LS390, LS393 | | | | | | |
|------------------|--|------------------------|----------------------------|---|--------------|-------|----|-------|----|-----|----|
| Parameter | | From (Input) | To (Output) | Conditions | DM54/74 | | | Units | | | |
| | | | | | LS390 | LS393 | | | | | |
| f _{MAX} | Maximum Clock Frequency | A | Q _A | | 20 | 30 | 20 | 30 | | MHz | |
| | | B | Q _B | | 15 | 20 | | | | | |
| t _{PLH} | Propagation Delay Time Low-to-High Level Output | A | Q _A | | | 16 | 24 | | 16 | 24 | ns |
| t _{PHL} | Propagation Delay Time High-to-Low Level Output | A | Q _A | | | 20 | 30 | | 20 | 30 | ns |
| t _{PLH} | Propagation Delay Time Low-to-High Level Output | A | Q _C of LS390 | C _L = 50 pF R _L = 2 kΩ | | 54 | 81 | | 58 | 87 | ns |
| t _{PHL} | Propagation Delay Time High-to-Low Level Output | A | Q _D of LS393 | | | 54 | 81 | | 58 | 87 | ns |
| t _{PLH} | Propagation Delay Time Low-to-High Level Output | B | Q _B | | | 18 | 27 | | | | ns |
| t _{PHL} | Propagation Delay Time High-to-Low Level Output | B | Q _B | | | 22 | 33 | | | | ns |
| t _{PLH} | Propagation Delay Time Low-to-High Level Output | B | Q _C | | | 34 | 51 | | | | ns |
| t _{PHL} | Propagation Delay Time High-to-Low Level Output | B | Q _C | | | 36 | 54 | | | | ns |
| t _{PLH} | Propagation Delay Time Low-to-High Level Output | B | Q _D | | | 18 | 27 | | | | ns |
| t _{PHL} | Propagation Delay Time High-to-Low Level Output | B | Q _D | | | 22 | 33 | | | | ns |
| t _{PHL} | Propagation Delay Time High-to-Low Level Output | Clear | Any | | | 30 | 45 | | 30 | 45 | ns |
| t _W | Pulse Width | A Input High or Low | | | 20 | | | 20 | | | ns |
| | | B Input High or Low | | | 25 | | | 25 | | | |
| | | Clear High | | | 20 | | | 20 | | | |
| t _{SU} | Clear Inactive State Setup Time | | | | 25 | † | | 25 | † | | ns |



MILIK PERPUSTAKAAN
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER



8255A/8255A-5 PROGRAMMABLE PERIPHERAL INTERFACE

- MCS-85™ Compatible 8255A-5
- 24 Programmable I/O Pins
- Completely TTL Compatible
- Fully Compatible with Intel® Microprocessor Families
- Improved Timing Characteristics

- Direct Bit Set/Reset Capability Easing Control Application Interface
- Reduces System Package Count
- Improved DC Driving Capability
- Available in EXPRESS
 - Standard Temperature Range
 - Extended Temperature Range

The Intel® 8255A is a general purpose programmable I/O device designed for use with Intel® microprocessors. It has 24 I/O pins which may be individually programmed in 2 groups of 12 and used in 3 major modes of operation. In the first mode (MODE 0), each group of 12 I/O pins may be programmed in sets of 4 to be input or output. In MODE 1, the second mode, each group may be programmed to have 8 lines of input or output. Of the remaining 4 pins, 3 are used for handshaking and interrupt control signals. The third mode of operation (MODE 2) is a bidirectional bus mode which uses 8 lines for a bidirectional bus, and 5 lines, borrowing one from the other group, for handshaking.

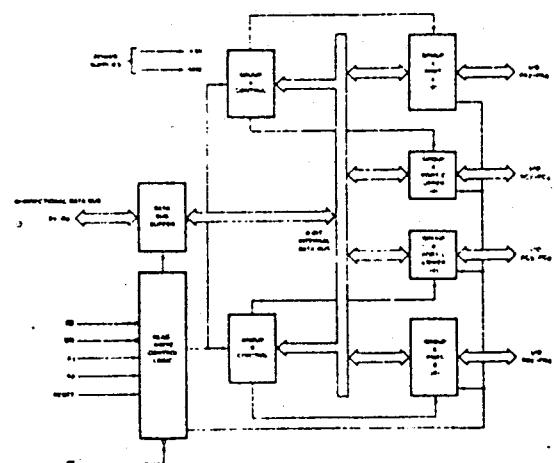


Figure 1. 8255A Block Diagram

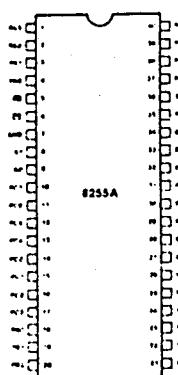


Figure 2. Pin Configuration



8255A/8255A-5

8255A FUNCTIONAL DESCRIPTION

General

The 8255A is a programmable peripheral interface (PPI) device designed for use in Intel® microcomputer systems. Its function is that of a general purpose I/O component to interface peripheral equipment to the microcomputer system bus. The functional configuration of the 8255A is programmed by the system software so that normally no external logic is necessary to interface peripheral devices or structures.

Data Bus Buffer

This 3-state bidirectional 8-bit buffer is used to interface the 8255A to the system data bus. Data is transmitted or received by the buffer upon execution of input or output instructions by the CPU. Control words and status information are also transferred through the data bus buffer.

Read/Write and Control Logic

The function of this block is to manage all of the internal and external transfers of both Data and Control or Status words. It accepts inputs from the CPU Address and Control busses and in turn, issues commands to both of the Control Groups.

(CS)

Chip Select. A "low" on this input pin enables the communication between the 8255A and the CPU.

(RD)

Read. A "low" on this input pin enables the 8255A to send the data or status information to the CPU on the data bus. In essence, it allows the CPU to "read from" the 8255A.

(WR)

Write. A "low" on this input pin enables the CPU to write data or control words into the 8255A.

(A₀ and A₁)

Port Select 0 and Port Select 1. These input signals, in conjunction with the RD and WR inputs, control the selection of one of the three ports or the control word registers. They are normally connected to the least significant bits of the address bus (A_n and A₁).

8255A BASIC OPERATION

| A ₁ | A ₀ | RD | WR | CS | INPUT OPERATION (READ) |
|----------------|----------------|----|----|----|--------------------------|
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | PORT A - DATA BUS |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | PORT B - DATA BUS |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | PORT C - DATA BUS |
| | | | | | OUTPUT OPERATION (WRITE) |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | DATA BUS - PORT A |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | DATA BUS - PORT B |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | DATA BUS - PORT C |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | DATA BUS - CONTROL |
| | | | | | DISABLE FUNCTION |
| X | X | X | X | 1 | DATA BUS - 3-STATE |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | ILLEGAL CONDITION |
| X | X | 1 | 1 | 0 | DATA BUS - 3-STATE |

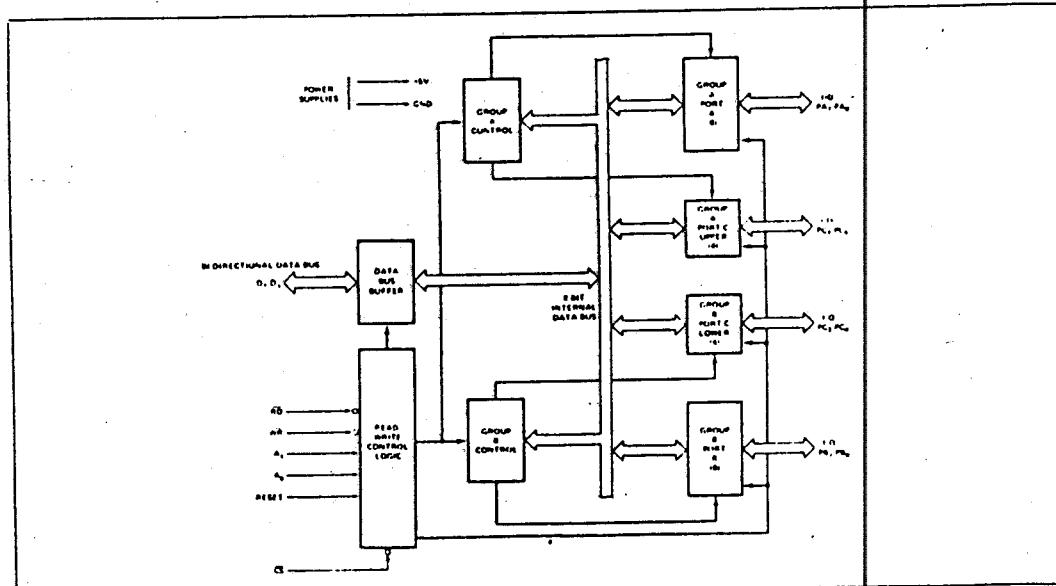


Figure 3. 8255A Block Diagram Showing Data Bus Buffer and Read/Write Control Logic Functions



8255A/8255A-5

(RESET)

Reset. A "high" on this input clears the control register and all ports (A, B, C) are set to the input mode.

Group A and Group B Controls

The functional configuration of each port is programmed by the system software. In essence, the CPU "outputs" a control word to the 8255A. The control word contains information such as "mode", "bit set", "bit reset", etc., that initializes the functional configuration of the 8255A.

Each of the Control blocks (Group A and Group B) accepts "commands" from the Read/Write Control Logic, receives "control words" from the internal data bus and issues the proper commands to its associated ports.

Control Group A – Port A and Port C upper (C7-C4)

Control Group B – Port B and Port C lower (C3-C0)

The Control Word Register can Only be written into. No Read operation of the Control Word Register is allowed.

Ports A, B, and C

The 8255A contains three 8-bit ports (A, B, and C). All can be configured in a wide variety of functional characteristics by the system software but each has its own special features or "personality" to further enhance the power and flexibility of the 8255A.

Port A. One 8-bit data output latch/buffer and one 8-bit data input latch.

Port B. One 8-bit data input/output latch/buffer and one 8-bit data input buffer.

Port C. One 8-bit data output latch/buffer and one 8-bit data input buffer (no latch for input). This port can be divided into two 4-bit ports under the mode control. Each 4-bit port contains a 4-bit latch and it can be used for the control signal outputs and status signal inputs in conjunction with ports A and B.

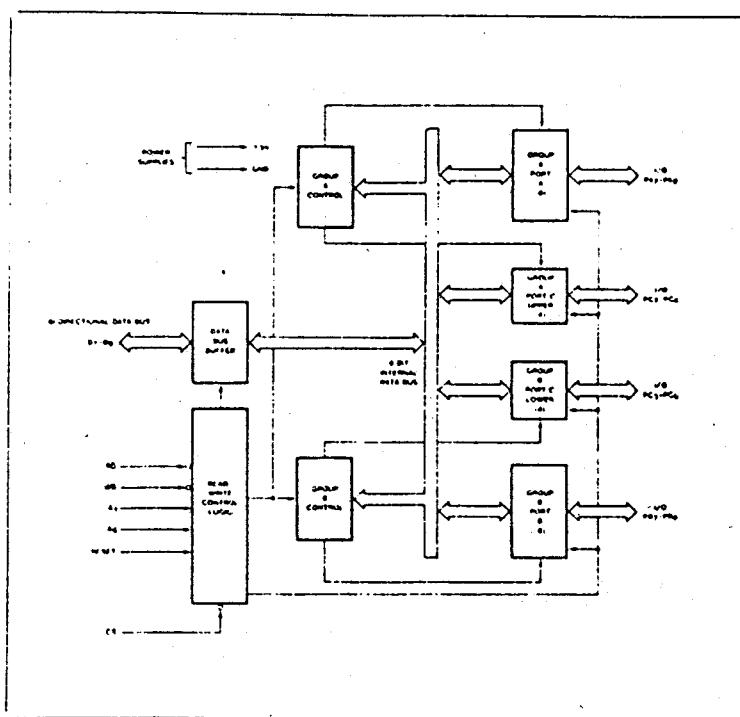
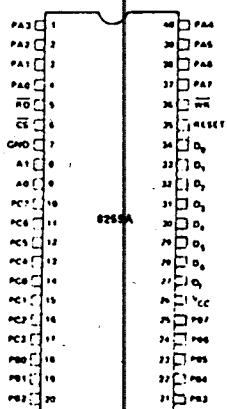


Figure 4. 8255A Block Diagram Showing Group A and Group B Control Functions

PIN CONFIGURATION



PIN NAMES

| | |
|-----------------------------------|---------------------------|
| V _{CC} , D ₀ | DATA BUS (BI-DIRECTIONAL) |
| RESET | RESET INPUT |
| C _S | CHIP SELECT |
| R _D | READ INPUT |
| W _R | WRITE INPUT |
| A ₀ , A ₁ | PORT ADDRESS |
| P _A 7-P _A 0 | PORT A (BIT) |
| P _B 7-P _B 0 | PORT B (BIT) |
| P _C 7-P _C 0 | PORT C (BIT) |
| V _{CC} | 5 VOLTS |
| GND | 0 VOLTS |



8255A OPERATIONAL DESCRIPTION

Mode Selection

There are three basic modes of operation that can be selected by the system software:

- Mode 0 – Basic Input/Output
- Mode 1 – Strobed Input/Output
- Mode 2 – Bi-Directional Bus

When the reset input goes "high" all ports will be set to the input mode (i.e., all 24 lines will be in the high impedance state). After the reset is removed the 8255A can remain in the input mode with no additional initialization required. During the execution of the system program any of the other modes may be selected using a single output instruction. This allows a single 8255A to service a variety of peripheral devices with a simple software maintenance routine.

The modes for Port A and Port B can be separately defined, while Port C is divided into two portions as required by the Port A and Port B definitions. All of the output registers, including the status flip-flops, will be reset whenever the mode is changed. Modes may be combined so that their functional definition can be "tailored" to almost any I/O structure. For instance; Group B can be programmed in Mode 0 to monitor simple switch closings or display computational results, Group A could be programmed in Mode 1 to monitor a keyboard or tape reader on an interrupt-driven basis.

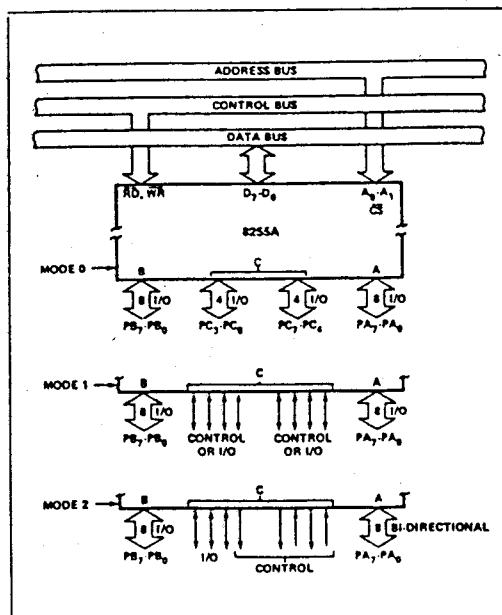


Figure 5. Basic Mode Definitions and Bus Interface

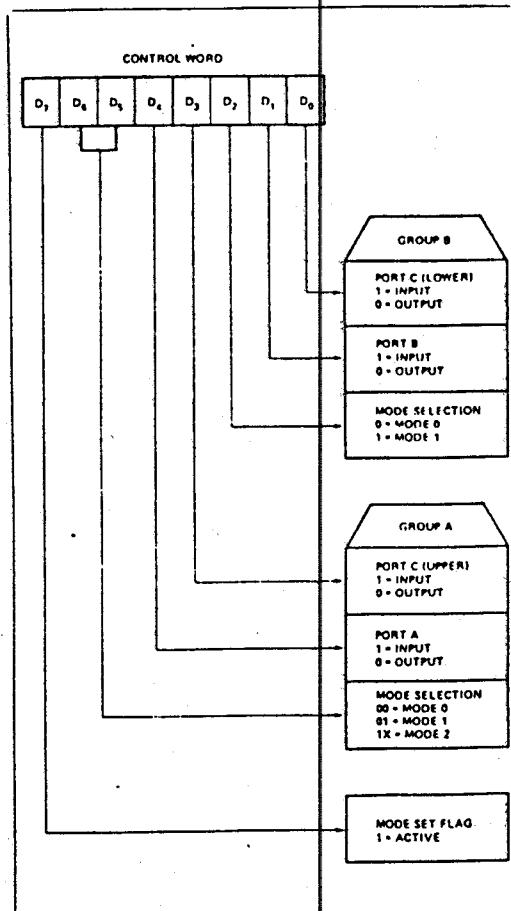


Figure 6. Mode Definition Format

The mode definitions and possible mode combinations may seem confusing at first but after a cursory review of the complete device operation a simple, logical I/O approach will surface. The design of the 8255A has taken into account things such as efficient PC board layout, control signal definition vs. PC layout and complete functional flexibility to support almost any peripheral device with no external logic. Such design represents the maximum use of the available pins.

Single Bit Set/Reset Feature

Any of the eight bits of Port C can be Set or Reset using a single OUTPUT instruction. This feature reduces software requirements in Control-based applications.



8255A/8255A-5

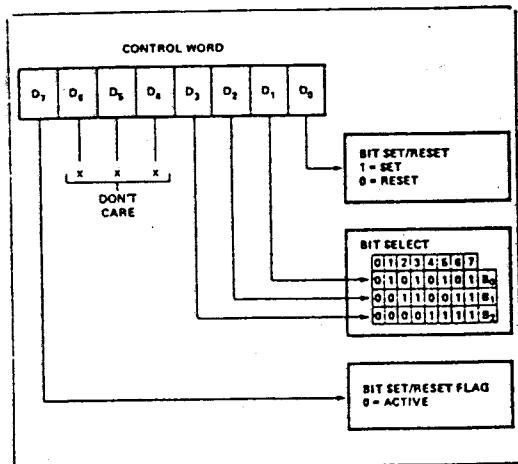


Figure 7. Bit Set/Reset Format

When Port C is being used as status/control for Port A or B, these bits can be set or reset by using the Bit Set/Reset operation just as if they were data output ports.

Interrupt Control Functions

When the 8255A is programmed to operate in mode 1 or mode 2, control signals are provided that can be used as interrupt request inputs to the CPU. The interrupt request signals, generated from port C, can be inhibited or enabled by setting or resetting the associated INTE flip-flop, using the bit set/reset function of port C.

This function allows the Programmer to disallow or allow a specific I/O device to interrupt the CPU without affecting any other device in the interrupt structure.

INTE flip-flop definition:

- (BIT-SET) — INTE is SET — Interrupt enable
- (BIT-RESET) — INTE is RESET — Interrupt disable

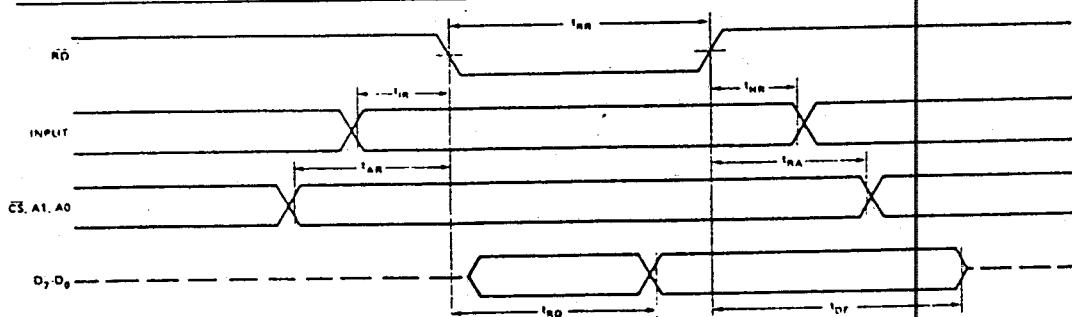
Note: All Mask flip-flops are automatically reset during mode selection and device Reset.

Operating Modes

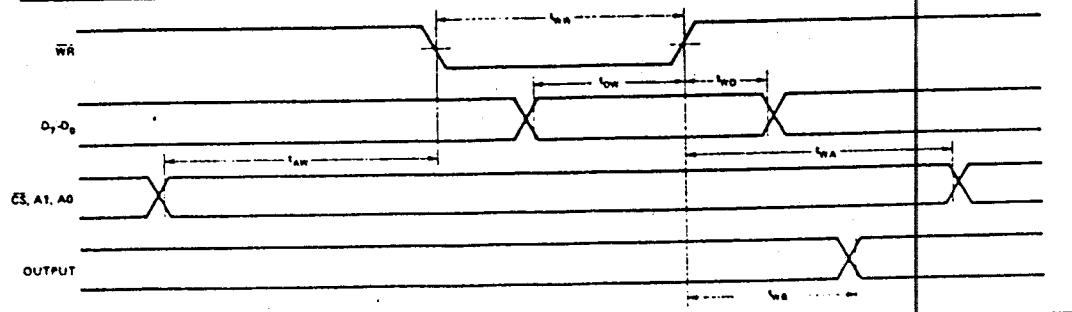
MODE 0 (Basic Input/Output). This functional configuration provides simple input and output operations for each of the three ports. No "handshaking" is required, data is simply written to or read from a specified port.

Mode 0 Basic Functional Definitions:

- Two 8-bit ports and two 4-bit ports.
- Any port can be input or output.
- Outputs are latched.
- Inputs are not latched.
- 16 different Input/Output configurations are possible in this Mode.



MODE 0 (Basic Input)



MODE 0 (Basic Output)



8255A/8255A-5

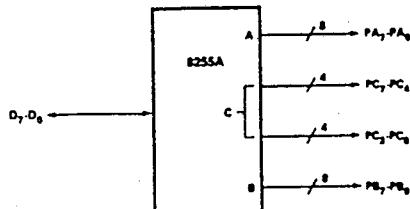
MODE 0 Port Definition

| A | | | | B | | GROUP A | | | | GROUP B | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|--------|--|-------------------|--|----|--------|-------------------|--|
| D ₄ | D ₃ | D ₁ | D ₀ | PORT A | | PORT C (UPPER) | | # | PORT B | PORT C (LOWER) | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | OUTPUT | | OUTPUT | | 0 | OUTPUT | OUTPUT | |
| 0 | 0 | 0 | 1 | OUTPUT | | OUTPUT | | 1 | OUTPUT | INPUT | |
| 0 | 0 | 1 | 0 | OUTPUT | | OUTPUT | | 2 | INPUT | OUTPUT | |
| 0 | 0 | 1 | 1 | OUTPUT | | OUTPUT | | 3 | INPUT | INPUT | |
| 0 | 1 | 0 | 0 | OUTPUT | | INPUT | | 4 | OUTPUT | OUTPUT | |
| 0 | 1 | 0 | 1 | OUTPUT | | INPUT | | 5 | OUTPUT | INPUT | |
| 0 | 1 | 1 | 0 | OUTPUT | | INPUT | | 6 | INPUT | OUTPUT | |
| 0 | 1 | 1 | 1 | OUTPUT | | INPUT | | 7 | INPUT | INPUT | |
| 1 | 0 | 0 | 0 | INPUT | | OUTPUT | | 8 | OUTPUT | OUTPUT | |
| 1 | 0 | 0 | 1 | INPUT | | OUTPUT | | 9 | OUTPUT | INPUT | |
| 1 | 0 | 1 | 0 | INPUT | | OUTPUT | | 10 | INPUT | OUTPUT | |
| 1 | 0 | 1 | 1 | INPUT | | OUTPUT | | 11 | INPUT | INPUT | |
| 1 | 1 | 0 | 0 | INPUT | | INPUT | | 12 | OUTPUT | OUTPUT | |
| 1 | 1 | 0 | 1 | INPUT | | INPUT | | 13 | OUTPUT | INPUT | |
| 1 | 1 | 1 | 0 | INPUT | | INPUT | | 14 | INPUT | OUTPUT | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | INPUT | | INPUT | | 15 | INPUT | INPUT | |

MODE 0 Configurations

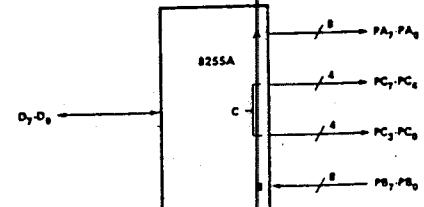
CONTROL WORD #0

| D ₇ | D ₆ | D ₅ | D ₄ | D ₃ | D ₂ | D ₁ | D ₀ |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |



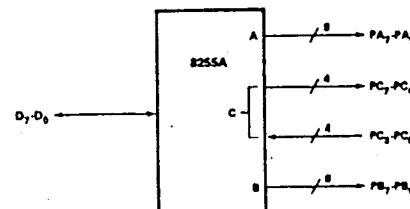
CONTROL WORD #2

| D ₇ | D ₆ | D ₅ | D ₄ | D ₃ | D ₂ | D ₁ | D ₀ |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |



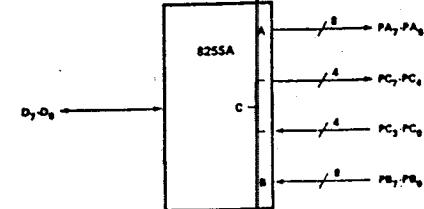
CONTROL WORD #1

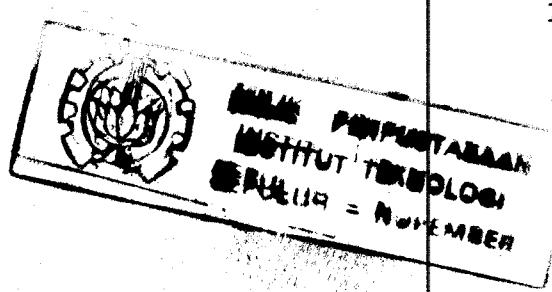
| D ₇ | D ₆ | D ₅ | D ₄ | D ₃ | D ₂ | D ₁ | D ₀ |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |



CONTROL WORD #3

| D ₇ | D ₆ | D ₅ | D ₄ | D ₃ | D ₂ | D ₁ | D ₀ |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |

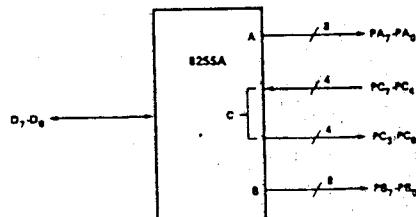




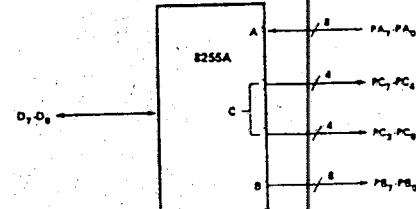
intel

8255A/8255A-5

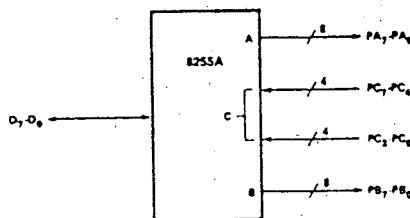
| CONTROL WORD #4 | | | | | | | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| D ₇ | D ₆ | D ₅ | D ₄ | D ₃ | D ₂ | D ₁ | D ₀ |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |



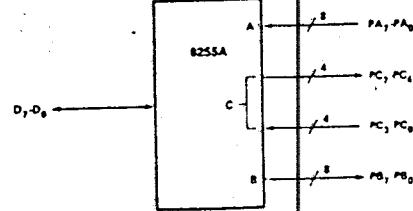
| CONTROL WORD #9 | | | | | | | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| D ₇ | D ₆ | D ₅ | D ₄ | D ₃ | D ₂ | D ₁ | D ₀ |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |



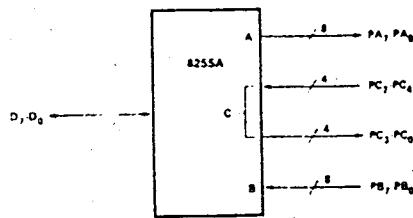
| CONTROL WORD #5 | | | | | | | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| D ₇ | D ₆ | D ₅ | D ₄ | D ₃ | D ₂ | D ₁ | D ₀ |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |



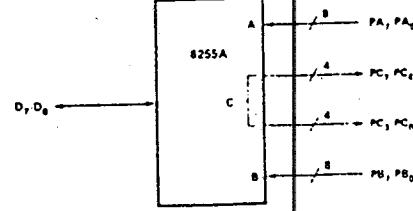
| CONTROL WORD #9 | | | | | | | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| D ₇ | D ₆ | D ₅ | D ₄ | D ₃ | D ₂ | D ₁ | D ₀ |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |



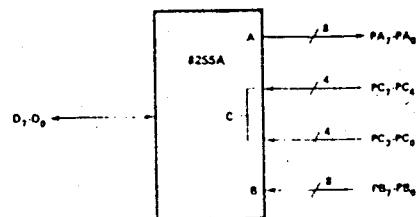
| CONTROL WORD #6 | | | | | | | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| D ₇ | D ₆ | D ₅ | D ₄ | D ₃ | D ₂ | D ₁ | D ₀ |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |



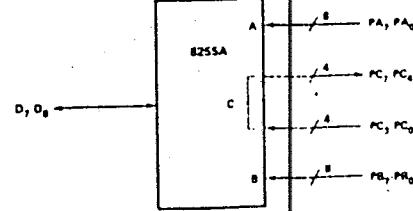
| CONTROL WORD #10 | | | | | | | |
|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| D ₇ | D ₆ | D ₅ | D ₄ | D ₃ | D ₂ | D ₁ | D ₀ |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |



| CONTROL WORD #7 | | | | | | | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| D ₇ | D ₆ | D ₅ | D ₄ | D ₃ | D ₂ | D ₁ | D ₀ |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |



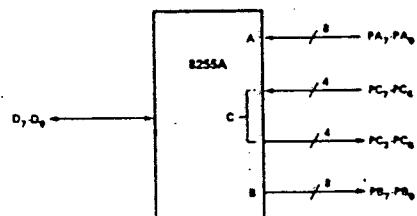
| CONTROL WORD #11 | | | | | | | |
|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| D ₇ | D ₆ | D ₅ | D ₄ | D ₃ | D ₂ | D ₁ | D ₀ |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |



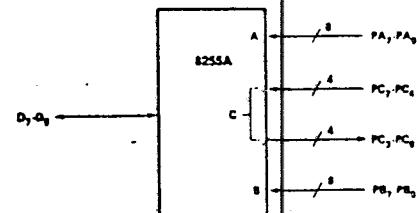


8255A/8255A-5

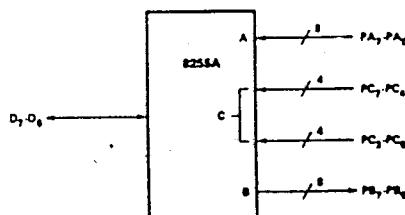
| CONTROL WORD #12 | | | | | | | |
|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| D ₇ | D ₆ | D ₅ | D ₄ | D ₃ | D ₂ | D ₁ | D ₀ |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |



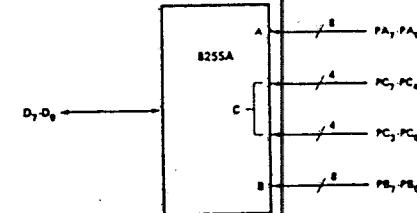
| CONTROL WORD #14 | | | | | | | |
|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| D ₇ | D ₆ | D ₅ | D ₄ | D ₃ | D ₂ | D ₁ | D ₀ |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |



| CONTROL WORD #13 | | | | | | | |
|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| D ₇ | D ₆ | D ₅ | D ₄ | D ₃ | D ₂ | D ₁ | D ₀ |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |



| CONTROL WORD #15 | | | | | | | |
|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| D ₇ | D ₆ | D ₅ | D ₄ | D ₃ | D ₂ | D ₁ | D ₀ |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |

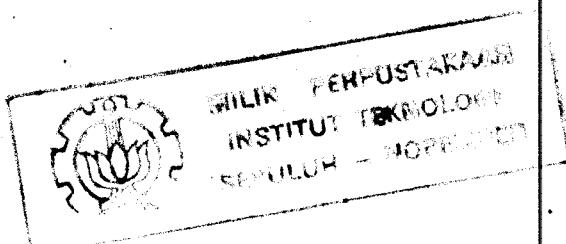


Operating Modes

MODE 1 (Strobed Input/Output). This functional configuration provides a means for transferring I/O data to or from a specified port in conjunction with strobes or "handshaking" signals. In mode 1, port A and port B use the lines on port C to generate or accept these "hand-shaking" signals.

Mode 1 Basic Functional Definitions:

- Two Groups (Group A and Group B)
- Each group contains one 8-bit data port and one 4-bit control/data port.
- The 8-bit data port can be either input or output. Both inputs and outputs are latched.
- The 4-bit port is used for control and status of the 8-bit data port.





8255A/8255A-5

Input Control Signal Definition

STB (Strobe Input). A "low" on this input loads data into the input latch.

IBF (Input Buffer Full F/F)

A "high" on this output indicates that the data has been loaded into the input latch; in essence, an acknowledgement. IBF is set by STB input being low and is reset by the rising edge of the RD input.

INTR (Interrupt Request)

A "high" on this output can be used to interrupt the CPU when an input device is requesting service. INTR is set by the STB is a "one", IBF is a "one" and INTE is a "one". It is reset by the falling edge of RD. This procedure allows an input device to request service from the CPU by simply strobing its data into the port.

INTE A

Controlled by bit set/reset of PC₄.

INTE B

Controlled by bit set/reset of PC₂.

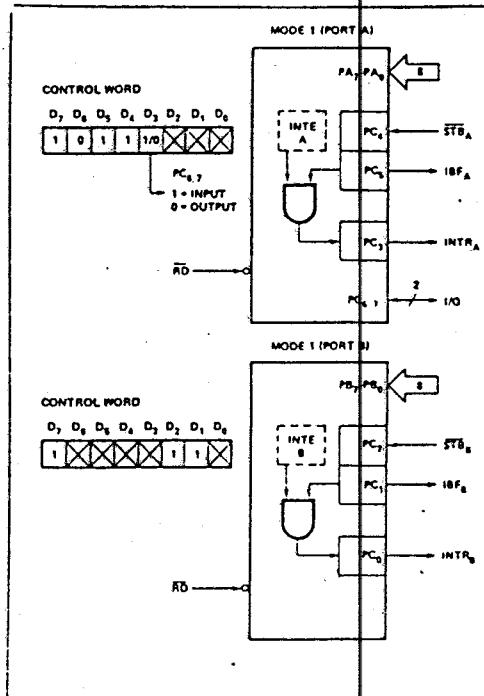


Figure 8. MODE 1 Input

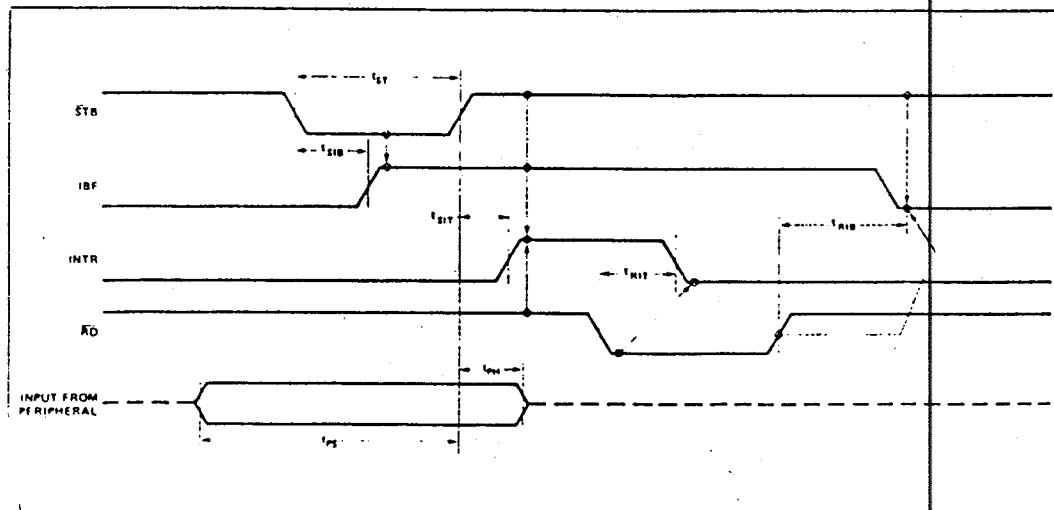


Figure 9. MODE 1 (Strobed Input)



8255A/8255A-5

Output Control Signal Definition

OBF (Output Buffer Full F/F). The OBF output will go "low" to indicate that the CPU has written data out to the specified port. The OBF F/F will be set by the rising edge of the WR input and reset by ACK input being low.

ACK (Acknowledge Input). A "low" on this input informs the 8255A that the data from port A or port B has been accepted. In essence, a response from the peripheral device indicating that it has received the data output by the CPU.

INTR (Interrupt Request). A "high" on this output can be used to interrupt the CPU when an output device has accepted data transmitted by the CPU. INTR is set when ACK is a "one", OBF is a "one", and INTE is a "one". It is reset by the falling edge of WR.

INTR (Interrupt Request). A "high" on this output can be used to interrupt the CPU when an output device has accepted data transmitted by the CPU. INTR is set when ACK is a "one", OBF is a "one", and INTE is a "one". It is reset by the falling edge of WR.

INTE A

Controlled by bit set/reset of PC₆.

INTE B

Controlled by bit set/reset of PC₂.

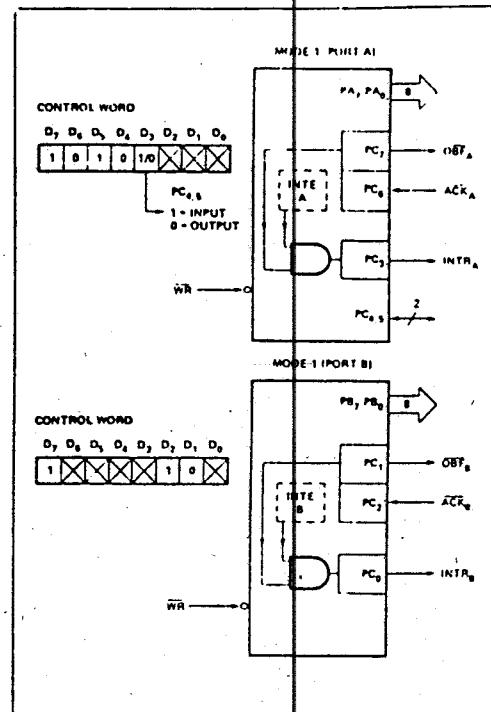


Figure 10. MODE 1 Output

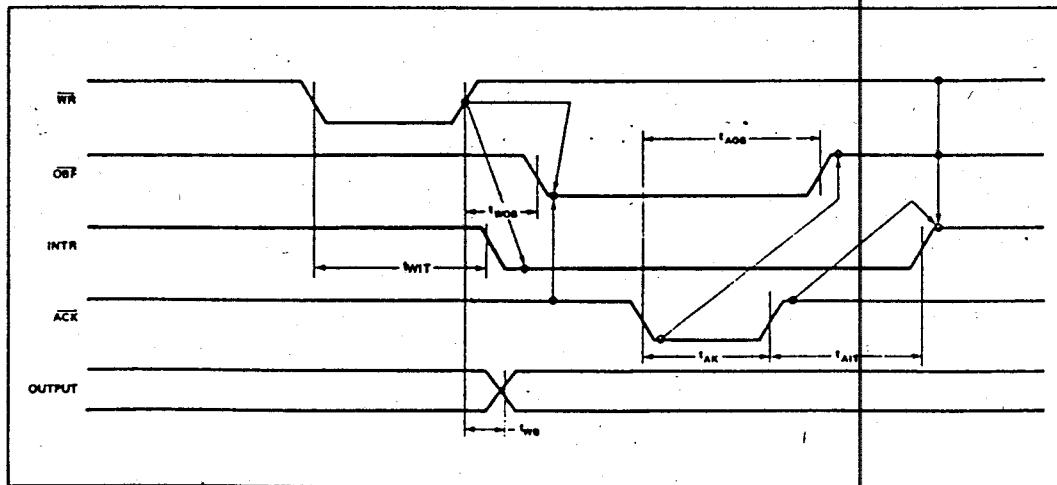


Figure 11. Mode 1 (Strobed Output)



8255A/8255A-F

Combinations of MODE 1

Port A and Port B can be individually defined as input or output in Mode 1 to support a wide variety of strobed I/O applications.

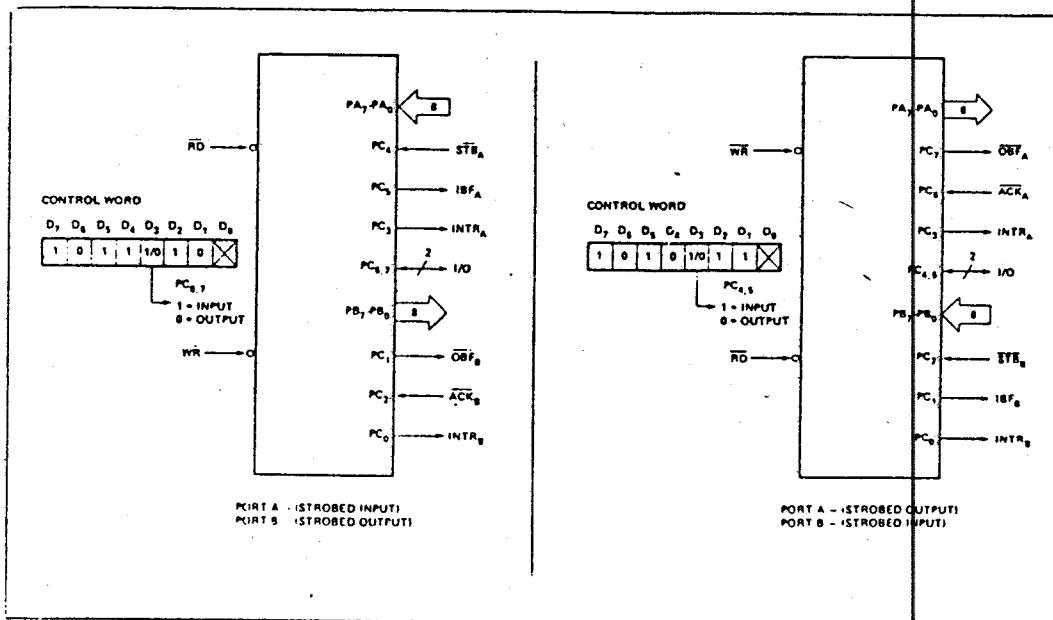


Figure 12. Combinations of MODE 1

Operating Modes

MODE 2 (Strobed Bidirectional Bus I/O). This functional configuration provides a means for communicating with a peripheral device or structure on a single 8-bit bus for both transmitting and receiving data (bidirectional bus I/O). "Handshaking" signals are provided to maintain proper bus flow discipline in a similar manner to MODE 1. Interrupt generation and enable/disable functions are also available.

MODE 2 Basic Functional Definitions:

- Used in Group A only.
- One 8-bit, bi-directional bus Port (Port A) and a 5-bit control Port (Port C).
- Both inputs and outputs are latched.
- The 5-bit control port (Port C) is used for control and status for the 8-bit, bi-directional bus port (Port A).

Bidirectional Bus I/O Control Signal Definition

INTR (Interrupt Request). A high on this output can be used to interrupt the CPU for both input or output operations.

Output Operations

OBF (Output Buffer Full). The OBF output will go "low" to indicate that the CPU has written data out to port A.

ACK (Acknowledge). A "low" on this input enables the tri-state output buffer of port A to send out the data. Otherwise, the output buffer will be in the high impedance state.

INTE 1 (The INTE Flip-Flop Associated with OBF). Controlled by bit set/reset of PC₆.

Input Operations

STB (Strobe Input). A "low" on this input loads data into the input latch.

IBF (Input Buffer Full F/F). A "high" on this output indicates that data has been loaded into the input latch.

INTE 2 (The INTE Flip-Flop Associated with IBF). Controlled by bit set/reset of PC₅.



8255A/8255A-5

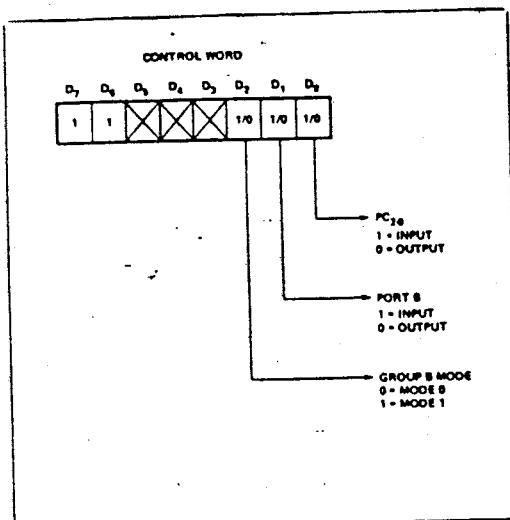


Figure 13. MODE Control Word

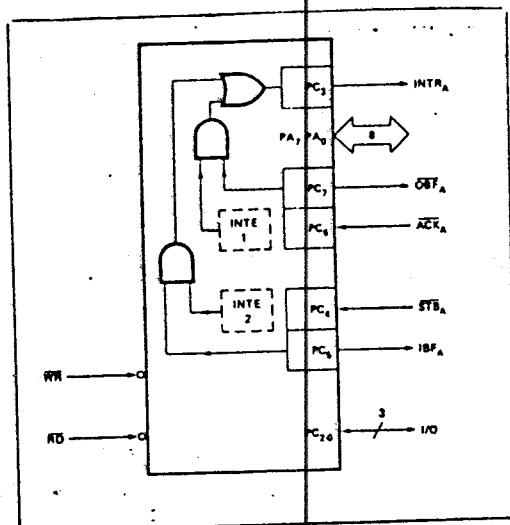


Figure 14. MODE 2

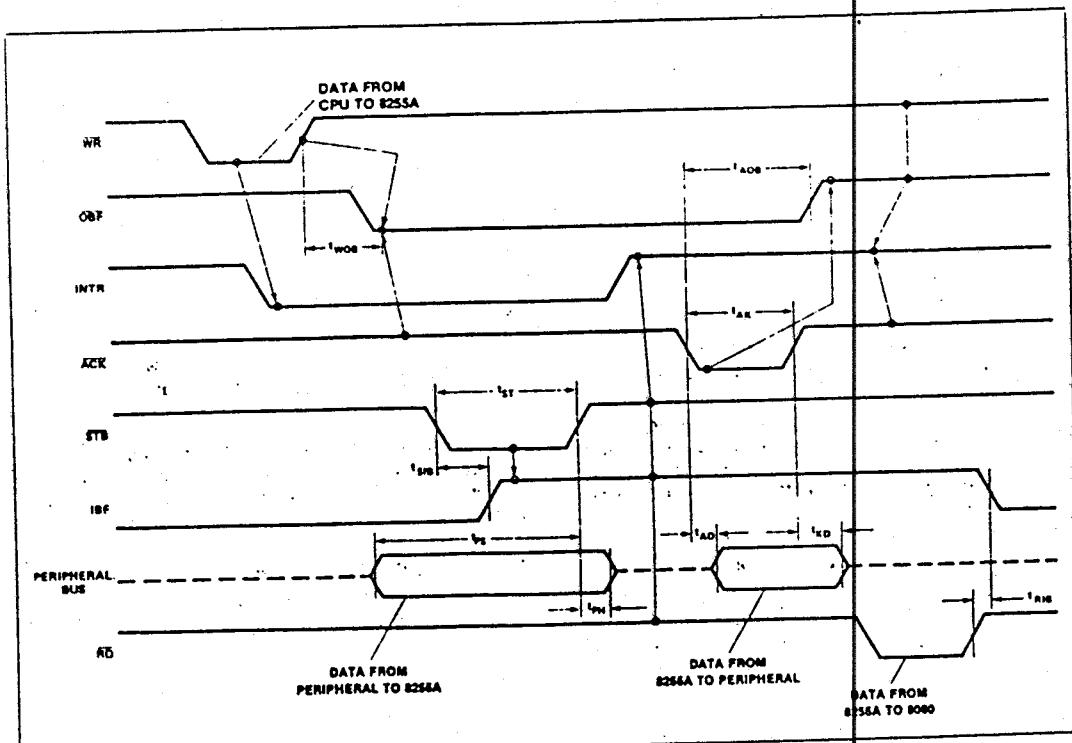
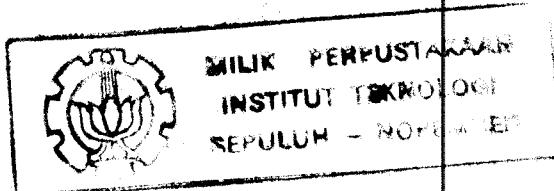


Figure 15. MODE 2 (Bidirectional)

NOTE: Any sequence where WR occurs before ACK and STB occurs before RD is permissible.
(INTR = IBF + MASK + STB + RD + OBF + MASK + ACK + WR)

231308-001





8255A/8255A-5

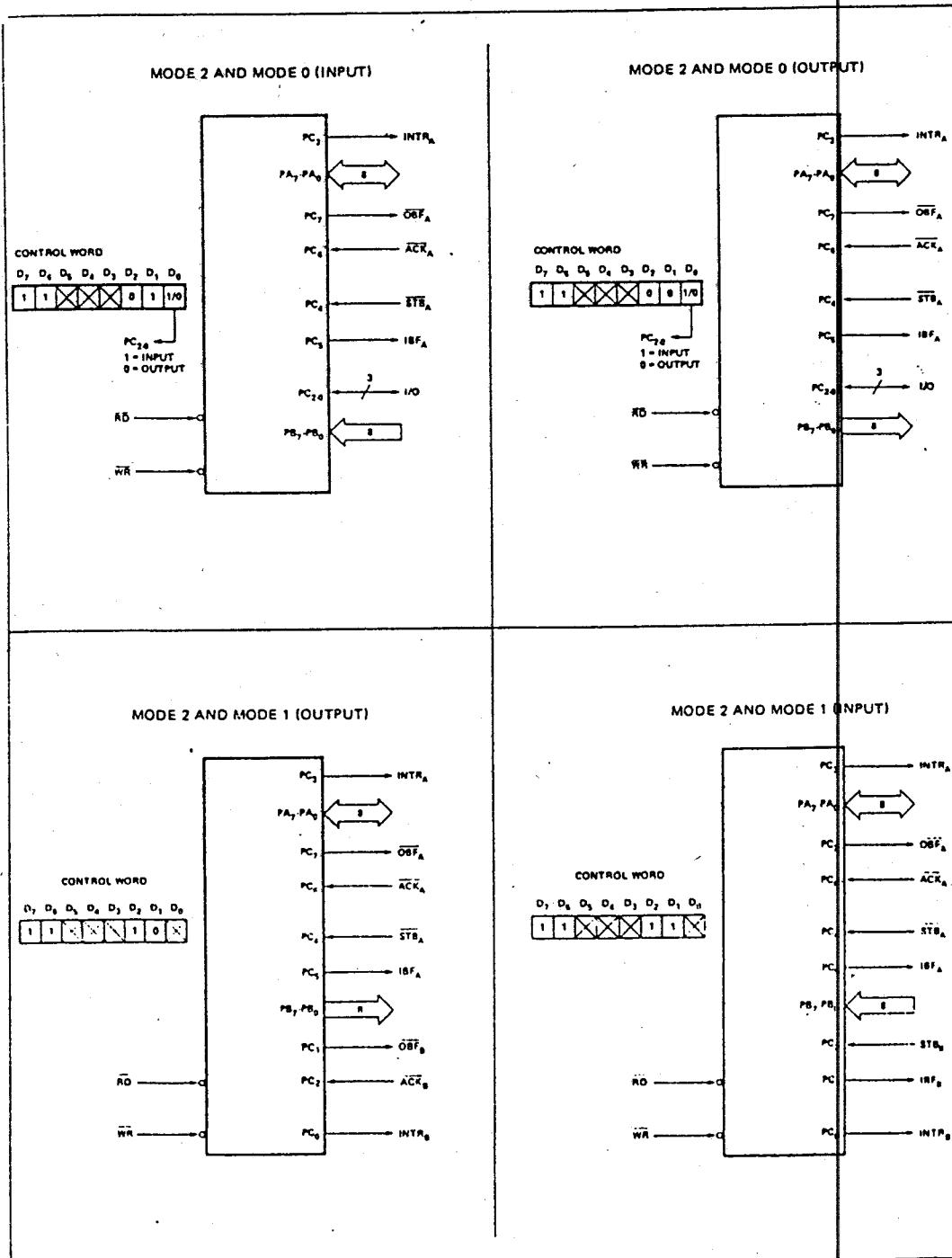


Figure 16. MODE 1/4 Combinations



8255A/8255A-5

Mode Definition Summary

| | MODE 0 | | MODE 1 | | MODE 2 | | MODE 0 OR MODE 1 ONLY |
|-----------------|--------|-----|-------------------|-------------------|-------------------|-----|-----------------------------|
| | IN | OUT | IN | OUT | IN | OUT | |
| PA ₀ | IN | OUT | IN | OUT | ↔ | ↔ | |
| PA ₁ | IN | OUT | IN | OUT | ↔ | ↔ | |
| PA ₂ | IN | OUT | IN | OUT | ↔ | ↔ | |
| PA ₃ | IN | OUT | IN | OUT | ↔ | ↔ | |
| PA ₄ | IN | OUT | IN | OUT | ↔ | ↔ | |
| PA ₅ | IN | OUT | IN | OUT | ↔ | ↔ | |
| PA ₆ | IN | OUT | IN | OUT | ↔ | ↔ | |
| PA ₇ | IN | OUT | IN | OUT | ↔ | ↔ | |
| PB ₀ | IN | OUT | IN | OUT | — | — | |
| PB ₁ | IN | OUT | IN | OUT | — | — | |
| PB ₂ | IN | OUT | IN | OUT | — | — | |
| PB ₃ | IN | OUT | IN | OUT | — | — | |
| PB ₄ | IN | OUT | IN | OUT | — | — | |
| PB ₅ | IN | OUT | IN | OUT | — | — | |
| PB ₆ | IN | OUT | IN | OUT | — | — | |
| PB ₇ | IN | OUT | IN | OUT | — | — | |
| PC ₀ | IN | OUT | INTR _B | INTR _B | I/O | | |
| PC ₁ | IN | OUT | IBF _B | OBF _B | I/O | | |
| PC ₂ | IN | OUT | STB _B | ACK _B | I/O | | |
| PC ₃ | IN | OUT | INTR _A | INTR _A | INTR _A | | |
| PC ₄ | IN | OUT | STB _A | I/O | STB _A | | |
| PC ₅ | IN | OUT | IBF _A | I/O | IBF _A | | |
| PC ₆ | IN | OUT | I/O | ACK _A | ACK _A | | |
| PC ₇ | IN | OUT | I/O | OBF _A | OBF _A | | |

Special Mode Combination Considerations

There are several combinations of modes when not all of the bits in Port C are used for control or status. The remaining bits can be used as follows:

If Programmed as Inputs —

All input lines can be accessed during a normal Port C read.

If Programmed as Outputs —

Bits in C upper (PC₇-PC₄) must be individually accessed using the bit set/reset function.

Bits in C lower (PC₃-PC₀) can be accessed using the bit set/reset function or accessed as a threesome by writing into Port C.

Source Current Capability on Port B and Port C

Any set of eight output buffers, selected randomly from Ports B and C can source 1mA at 1.5 volts. This feature allows the 8255 to directly drive Darlington type drivers and high-voltage displays that require such source current.

Reading Port C Status

In Mode 0, Port C transfers data to or from the peripheral device. When the 8255 is programmed to function in Modes 1 or 2, Port C generates or accepts "hand-shaking" signals with the peripheral device. Reading the contents of Port C

allows the programmer to test or verify the "status" of each peripheral device and change the program flow accordingly.

There is no special instruction to read the status information from Port C. A normal read operation of Port C is executed to perform this function.

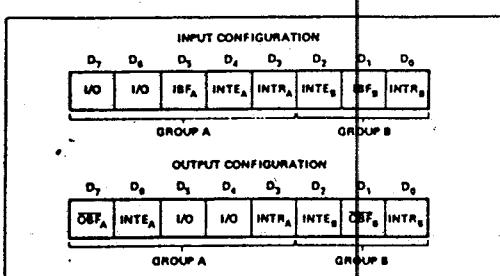


Figure 17. MODE 1 Status Word Format

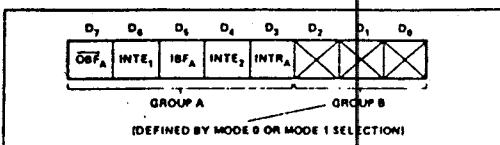


Figure 18. MODE 2 Status Word Format



8255A/8255A-5

APPLICATIONS OF THE 8255A

The 8255A is a very powerful tool for interfacing peripheral equipment to the microcomputer system. It represents the optimum use of available pins and is flexible enough to interface almost any I/O device without the need for additional external logic.

Each peripheral device in a microcomputer system usually has a "service routine" associated with it. The routine manages the software interface between the device and the CPU. The functional definition of the 8255A is programmed by the I/O service routine and becomes an extension of the system software. By examining the I/O devices Interface characteristics for both data transfer and timing, and matching this information to the examples and tables in the detailed operational description, a control word can easily be developed to initialize the 8255A to exactly "fit" the application. Figures 19 through 25 present a few examples of typical applications of the 8255A.

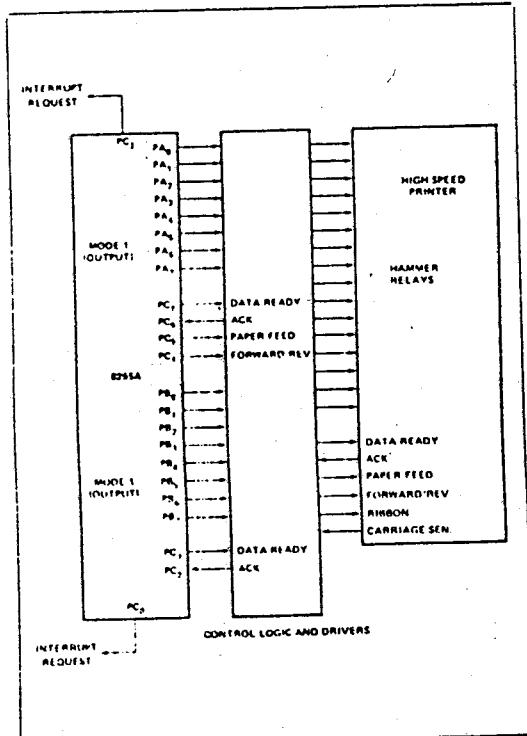


Figure 19. Printer Interface

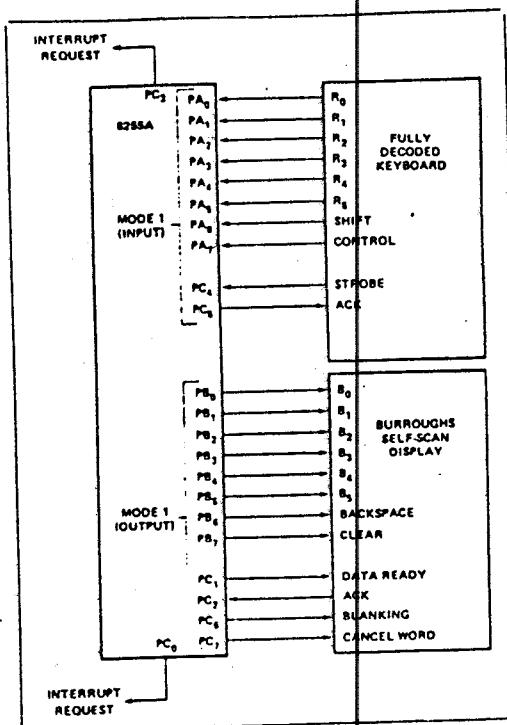


Figure 20. Keyboard and Display Interface

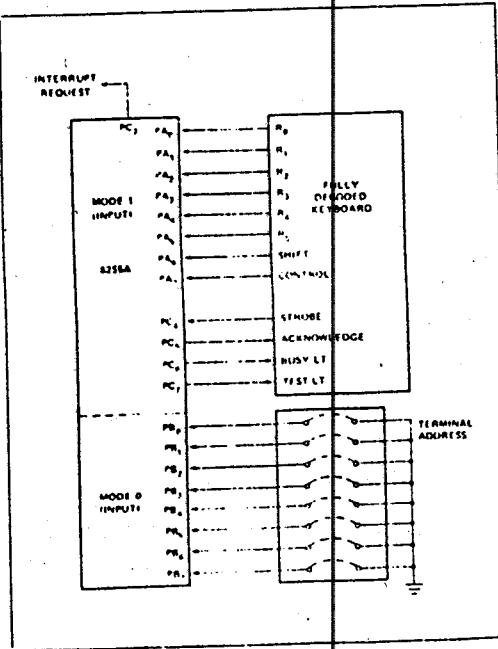


Figure 21. Keyboard and Terminal Address Interface



8255A/8255A-5

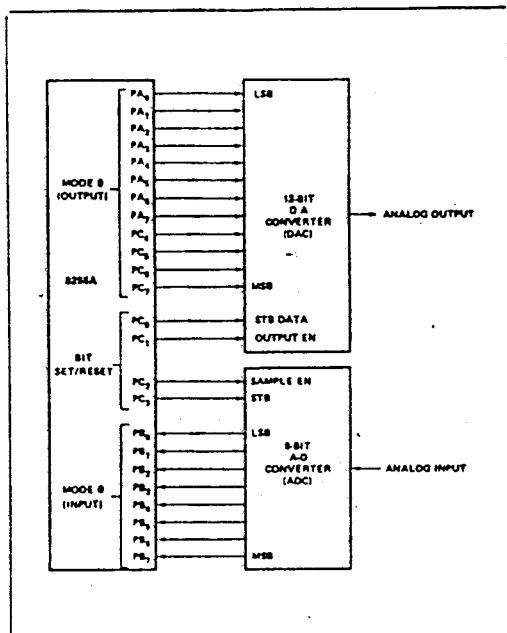


Figure 22. Digital to Analog, Analog to Digital

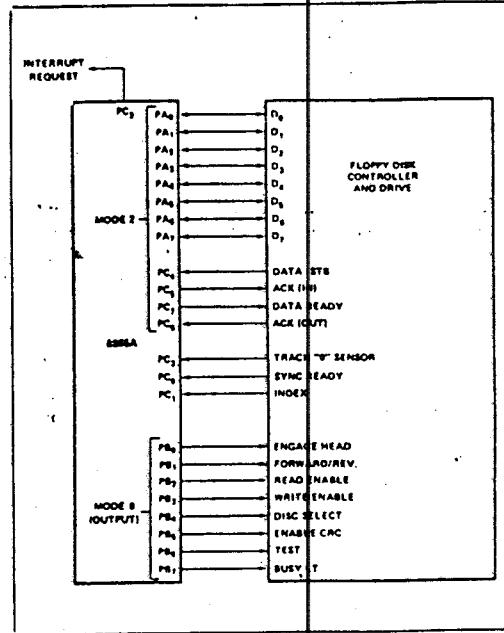


Figure 23. Basic Floppy Disk Interface

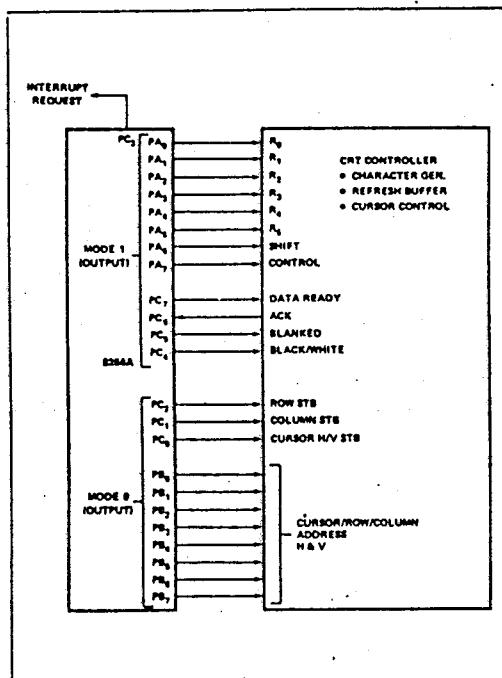


Figure 24. Basic CRT Controller Interface

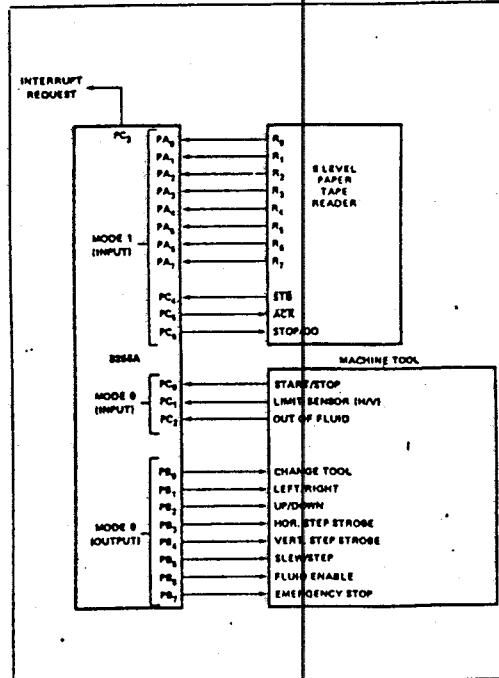


Figure 25. Machine Tool Controller Interface



8255A/8255A-5

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS*

| | |
|---|-----------------|
| Ambient Temperature Under Bias..... | 0°C to 70°C |
| Storage Temperature | -65°C to +150°C |
| Voltage on Any Pin With Respect to Ground..... | -0.5V to +7V |
| Power Dissipation | 1 Watt |

*NOTICE: Stresses above those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

D.C. CHARACTERISTICS ($T_A = 0^\circ\text{C}$ to 70°C , $V_{CC} = +5\text{V} \pm 10\%$, $\text{GND} = 0\text{V}$)*

| Symbol | Parameter | Min. | Max. | Unit | Test Conditions |
|---------------|---------------------------------------|-------|----------|---------------|---|
| V_{IL} | Input Low Voltage | -0.5 | 0.8 | V | |
| V_{IH} | Input High Voltage | 2.0 | V_{CC} | V | |
| $V_{OL(DB)}$ | Output Low Voltage (Data Bus) | 0.45* | V | | $I_{OL} = 2.5\text{mA}$ |
| $V_{OL(PER)}$ | Output Low Voltage (Peripheral Port) | 0.45* | V | | $I_{OL} = 1.7\text{mA}$ |
| $V_{OH(DB)}$ | Output High Voltage (Data Bus) | 2.4 | | V | $I_{OH} = -400\mu\text{A}$ |
| $V_{OH(PER)}$ | Output High Voltage (Peripheral Port) | 2.4 | | V | $I_{OH} = -200\mu\text{A}$ |
| $I_{OAR!!I}$ | Darlington Drive Current | -1.0 | -4.0 | mA | $R_{EXT} = 750\Omega$; $V_{EXT} = 1.5\text{V}$ |
| I_{CC} | Power Supply Current | | 120 | mA | |
| I_{IL} | Input Load Current | | ± 10 | μA | $V_{IN} = V_{CC}$ to 0V |
| I_{OFL} | Output Float Leakage | | ± 10 | μA | $V_{OUT} = V_{CC}$ to .45V |

NOTE:

- Available on any 8 pins from Port B and C.

CAPACITANCE ($T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{CC} = \text{GND} = 0\text{V}$)*

| Symbol | Parameter | Min. | Typ. | Max. | Unit | Test Conditions |
|-----------|-------------------|------|------|------|------|---------------------------------|
| C_{IN} | Input Capacitance | | | 10 | pF | $f_C = 1\text{MHz}$ |
| $C_{I/O}$ | I/O Capacitance | | | 20 | pF | Unmeasured pins returned to GND |

A.C. CHARACTERISTICS ($T_A = 0^\circ\text{C}$ to 70°C , $V_{CC} = +5\text{V} \pm 10\%$, $\text{GND} = 0\text{V}$)*

Bus Parameters

READ

| Symbol | Parameter | 8255A | | 8255A-5 | | Unit |
|----------|----------------------------------|-------|------|---------|------|------|
| | | Min. | Max. | Min. | Max. | |
| t_{AR} | Address Stable Before READ | 0 | | 0 | | ns |
| t_{RA} | Address Stable After READ | 0 | | 0 | | ns |
| t_{RR} | READ Pulse Width | 300 | | 300 | | ns |
| t_{RD} | Data Valid From READ!!I | | 250 | | 200 | ns |
| t_{DF} | Data Float After READ | 10 | 150 | 10 | 100 | ns |
| t_{RV} | Time Between READs and/or WRITEs | 850 | | 850 | | ns |



8255A/8255A-5

A.C. CHARACTERISTICS (Continued)

WRITE

| Symbol | Parameter | 8255A | | 8255A-5 | | Unit |
|----------|-----------------------------|-------|------|---------|------|------|
| | | Min. | Max. | Min. | Max. | |
| t_{AW} | Address Stable Before WRITE | 0 | | 0 | | ns |
| t_{WA} | Address Stable After WRITE | 20 | | 20 | | ns |
| t_{WW} | WRITE Pulse Width | 400 | | 300 | | ns |
| t_{DW} | Data Valid to WRITE (T.E.) | 100 | | 100 | | ns |
| t_{WD} | Data Valid After WRITE | 30 | | 30 | | ns |

OTHER TIMINGS

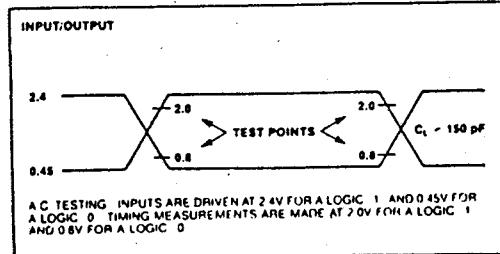
| Symbol | Parameter | 8255A | | 8255A-5 | | Unit |
|------------|-------------------------------------|-------|------|---------|------|------|
| | | Min. | Max. | Min. | Max. | |
| t_{WB} | WR = 1 to Output ^[1] | | 350 | | 350 | ns |
| t_{IR} | Peripheral Data Before RD | 0 | | 0 | | ns |
| t_{HR} | Peripheral Data After RD | 0 | | 0 | | ns |
| t_{AK} | ACK Pulse Width | 300 | | 300 | | ns |
| t_{ST} | STB Pulse Width | 500 | | 500 | | ns |
| t_{PS} | Per. Data Before T.E. of STB | 0 | | 0 | | ns |
| t_{PH} | Per. Data After T.E. of STB | 180 | | 180 | | ns |
| t_{AD} | ACK = 0 to Output ^[1] | | 300 | | 300 | ns |
| t_{KD} | ACK = 1 to Output Float | 20 | 250 | 20 | 250 | ns |
| t_{WOB} | WR = 1 to OBF = 0 ^[1] | | 650 | | 650 | ns |
| t_{AOB} | ACK = 0 to OBF = 1 ^[1] | | 350 | | 350 | ns |
| t_{SIB} | STB = 0 to IBF = 1 ^[1] | | 300 | | 300 | ns |
| t_{RIB} | RD = 1 to IBF = 0 ^[1] | | 300 | | 300 | ns |
| t_{TRIT} | RD = 0 to INTR = 0 ^[1] | | 400 | | 400 | ns |
| t_{SIT} | STB = 1 to INTR = 1 ^[1] | | 300 | | 300 | ns |
| t_{AIT} | ACK = 1 to INTR = 1 ^[1] | | 350 | | 350 | ns |
| t_{WIT} | WR = 0 to INTR = 0 ^[1,3] | | 450 | | 450 | ns |

NOTES:

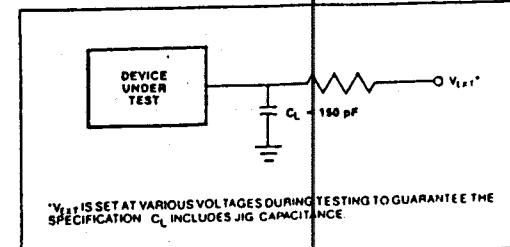
1. Test Conditions: $C_L = 150 \text{ pF}$.
2. Period of Reset pulse must be at least $50\mu\text{s}$ during or after power on. Subsequent Reset pulse can be 500 ns min.
3. INTR† may occur as early as WR.

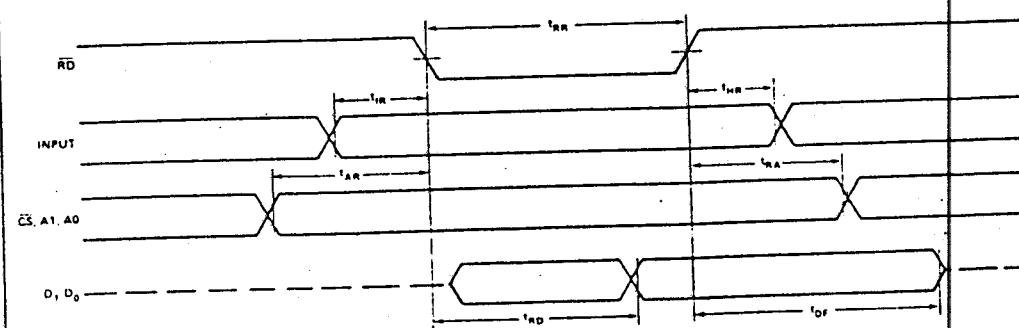
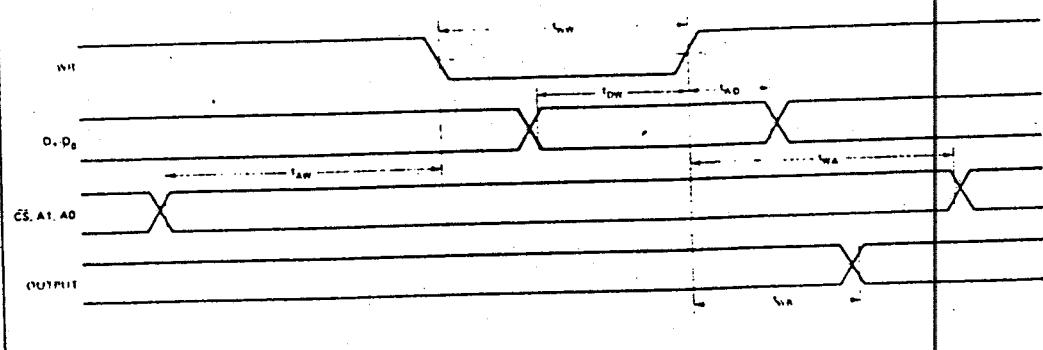
* For Extended Temperature EXPRESS, use M8255A electrical parameters.

A.C. TESTING INPUT, OUTPUT WAVEFORM



A.C. TESTING LOAD CIRCUIT

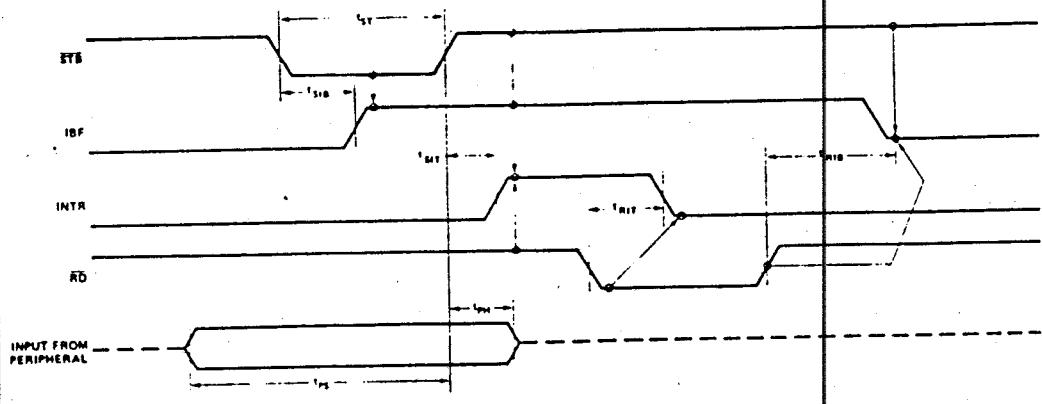


8255A/8255A-5
WAVEFORMS
MODE 0 (BASIC INPUT)

MODE 0 (BASIC OUTPUT)


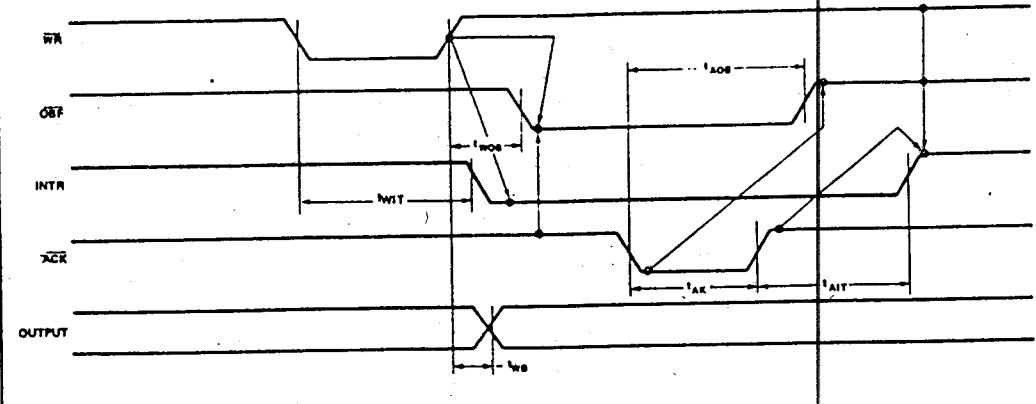


WAVEFORMS (Continued)

MODE 1 (STROBED INPUT)

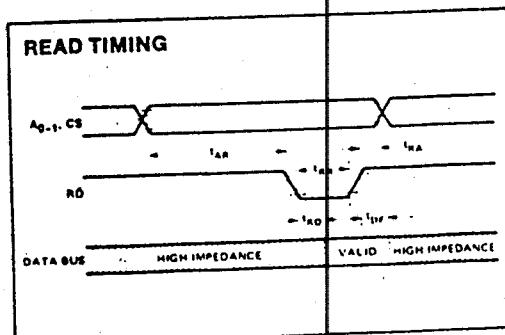
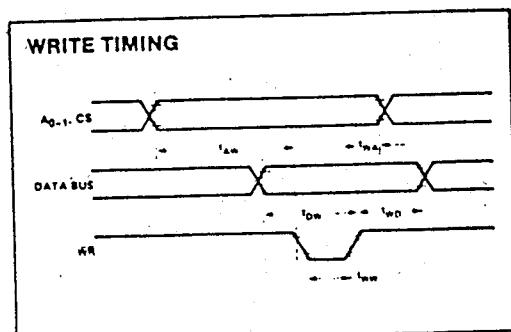
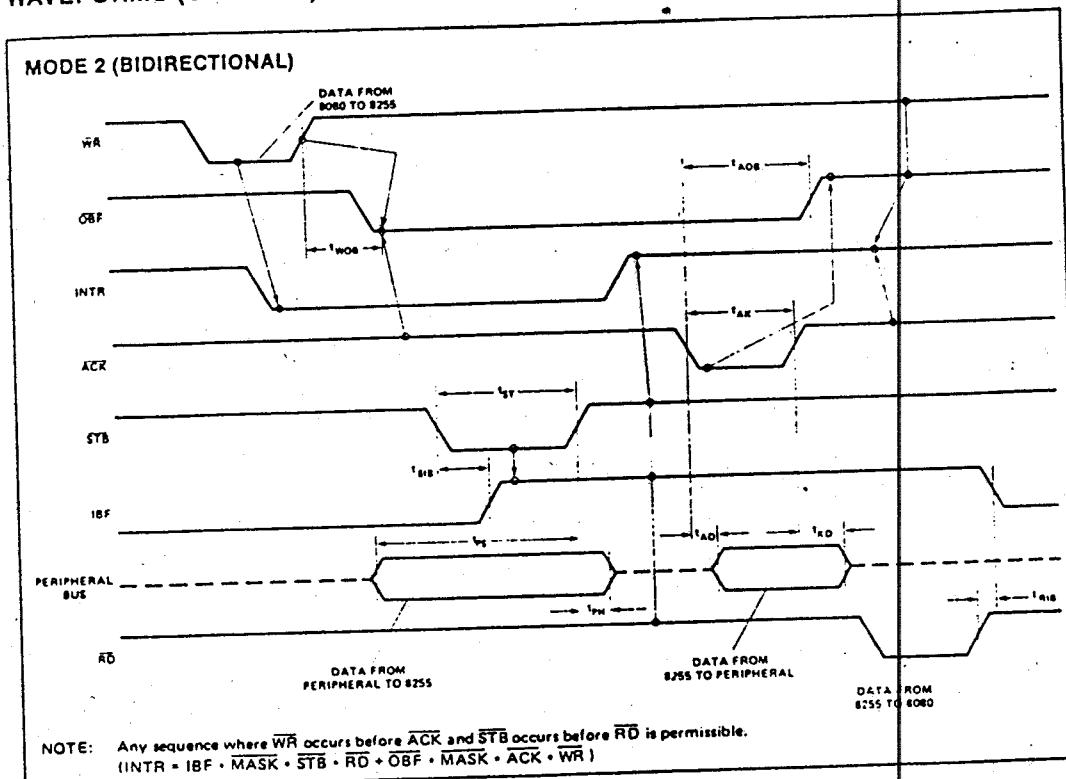


MODE 1 (STROBED OUTPUT)





WAVEFORMS (Continued)



USULAN TUGAS AKHIR

- A. JUDUL TUGAS AKHIR :PERENCANAAN DAN PEMBUATAN
PENDETEKSI & PENGUKUR
CUACA DENGAN INTERFACE IBM PC-XT
- B. RUANG LINGKUP :-Elektronika Mikro
-Rangkaian dan Komponen Digital
-Bahasa Assembly dan Turbo
Pascal
-Meteorologi
- C. LATAR BELAKANG :Dewasa ini cuaca memegang peranan penting di segala bidang. Berbagai macam kegiatan tergantung pada parameter-parameter cuaca seperti suhu, kelembaban, tekanan udara dan sebagainya. Untuk itu diperlukan pengukuran parameter-parameter tersebut secara akurat dan terus menerus. Dari kenyataan itu direncanakan dan dibuat suatu perangkat keras dan lunak yang mampu mendeteksi serta mengukur parameter-parameter tersebut setiap saat.

D. PENELAAHAN STUDI : -Mempelajari cara kerja mikrokomputer IBM PC-KT
-Mempelajari teknik interfacing
-Mempelajari teknik pemrograman komputer dengan bahasa Assembly dan Turbo Pascal

E. TUJUAN : Merencanakan dan membuat perangkat keras yang berfungsi untuk melakukan proses pengukuran parameter cuaca kemudian ditampilkan pada monitor serta membuat perangkat lunak untuk mendukung proses pengukuran.

F. LANGKAH-LANGKAH : -Mengadakan studi literatur tentang meteorologi
-Mempelajari teknik interfacing
-Merencanakan dan membuat perangkat keras & perangkat lunak untuk proses pengukuran
-Melakukan pengukuran pada rangkaian dan pengecekan
-Menyusun naskah Tugas Akhir

G. RELEVANSI : Pendekripsi dan Pengukur Parameter Cuaca ini dapat

dikembangkan dalam berbagai bidang yang memerlukan pengontrolan atas parameter cuaca. Salah satu bidang pengembangannya meliputi otomatisasi ramalan cuaca.

H. JADWAL PELAKSANAAN : Kegiatan direncanakan untuk diselesaikan dalam waktu enam bulan dengan jadwal sebagai berikut:

| K E G I A T A N | B U L A N | | | | | |
|---|-----------|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Studi Literatur | | | | | | |
| Perencanaan dan Pembuatan Perangkat Keras | | | | | | |
| Perencanaan dan Pembuatan Perangkat Lunak | | | | | | |
| Pengukuran dan Pengecekan Peralatan | | | | | | |
| Penyusunan Naskah | | | | | | |