



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

30238/H/07



RSF
621-201548
KRo
P-1

FINAL PROJECT RF 0469

MAKING OF CONDUCTIVITY METER BASED ON PC

UMI KHOLISA
NRP 2403.030.039

Advisor Lecturer
Lizda Johar Mawarani, ST, MT

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	8-8-2007
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	728790

Diploma III of Instrumentation Engineering
Departement of Physics Engineering
Fakulty of Industrial Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2007

PEMBUATAN ALAT UKUR KONDUKTIVITAS (CONDUCTIVITY METER) BERBASIS PC

Tugas Akhir

Oleh :

UMI KHOLISA
NRP 2403 030 039

Surabaya, Juli 2007

Mengetahui/Menyetujui

Pembimbing



Lizda Johar Mawarani, ST, MT
NIP. 132 176 985

Ketua Jurusan
Teknik Fisika FTI-ITS


DR.Ir. Totok Suhartanto, DEA
NIP. 131 879 399

Koordinator Program Studi
DIII Teknik Instrumentasi


Ir. Matradji, M.Sc
NIP. 131 478 882

**PEMBUATAN ALAT UKUR KONDUKTIVITAS
(CONDUCTIVITY METER) BERBASIS PC**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya Diploma
pada
Program Studi DIII Teknik Instrumentasi
Jurusan Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

UMI KHOLISA
NRP. 2403.030.039

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Lizda Johar Mawarani, ST, MT..... (Dosen Pembimbing)
2. Ir Zulkifli, MSc  (Dosen Penguji I)
3. Dyah Sawitri, ST, MT  (Dosen Penguji II)
4. Hendra Cordova, ST, MT  (Dosen Penguji III)

SURABAYA
JULI, 2007

PEMBUATAN ALAT UKUR KONDUKTIVITAS (CONDUCTIVITY METER) BERBASIS PC

Nama mahasiswa : Umi Kholisa
NRP : 2403.030.039
Program Studi : DIII Teknik Instrumentasi
Jurusan : Teknik Fisika FTI-ITS
Dosen Pembimbing : Lizda Johar Mawarani,ST,MT

Abstrak

Pada tugas akhir ini telah berhasil dibuat sebuah alat ukur konduktivitas (conductivity meter) untuk benda pejal berbasis personal computer (PC). Alat ukur ini menggunakan rangkaian ohm meter sebagai pengukur tahanan bahan (R), yang nantinya akan diteruskan ke ADC. Dari ADC ini maka baru bisa di teruskan ke PC dengan parallel port. Pengujian alat ukur dilakukan dengan menggunakan beberapa bahan uji, antara lain aluminium, tembaga dan baja. Nilai konduktivitas yang ditunjukkan oleh alat sebanding dengan nilai konduktivitas acuan. Alat ini mampu mengukur konduktivitas listrik bahan padat dengan tingkat kesalahan atau error sebesar 5.57% dan akurasi sebesar 94.63%.



Kata Kunci : konduktivitas, PC, ohm meter.

MAKING of CONDUCTIVITY METER BASED ON PC

Name : Umi Kholisa
Nrp : 2403.030.039
Departement : D3 Instrumentasi Engineering
Counsellor : Lizda Johar Mawarani, ST,MT

Abstracs

At this final project have been made conductivity meter successly for solid substance based on the personal computer (PC). This equipment used ohm-mete circuit as mesurer the material resistance (R), and then transfered to ADC. From ADC could be continued to PC by parallel port. Testing this equipment have been done with speciment of aluminium, cooper and steell. Conductivity values that be shown by measuring equipment as same as reference conductivity values. This measuring equipment could be read electric conductivity of metal with error level at 5.57% and 94.63% on accuracy.

Keyword: conductivity, PC, ohm meter.

KATA PENGANTAR

Segala puja dan puji syukur saya panjatkan kehadiran Allah Subhanahuwata'ala yang telah banyak melimpahkan rahmat, taufiq, hidayah, keterbukaan, serta memberi kesabaran dan kesehatan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul :

PEMBUATAN ALAT UKUR KONDUKTIVITAS (CONDUCTIVITY METER) BERBASIS PC

Tugas akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar ahli madya DIII Teknik Instrumentasi pada Jurusan Teknik Fisika, FTI-ITS Surabaya.

Selama menyelesaikan tugas akhir ini penulis telah banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak DR. Ir. Totok Soehartanto, DEA, selaku Ketua Jurusan Teknik Fisika dan pembimbing tugas akhir yang dengan sabar memberikan arahan, dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini
2. Bapak Ir. Matradji, MSc., selaku Ketua Program Studi DIII Teknik Instrumentasi, Jurusan Teknik Fisika, FTI-ITS
3. Bu Lizda J.M, ST,MT selaku dosen pembimbing sekaligus kakakku terima kasih atas bimbingan dan kesabarannya selama ini.
4. Bapak Zulkifli, Msc selaku dosen wali yang telah memberikan arahan, masukan serta kesabaran kepada penulis selama menjalani masa perkuliahan.
5. Bapak Suyanto, ST,MT selaku Ka.Lab Workshop Instrumentasi
6. Kedua orangtuaku, kakak-kakaku cak Eyi, cak Adji dan mbk Vina, adikku Uthuk yang selalu penulis sayangi, yang mana telah memberikan dukungan, motivasi, serta doa restu yang terus mengiringi penulis selama ini dan juga memberikan

bekal yang sangat berharga. Dan penulis rasa tidak akan pernah mampu membalas semua itu dengan terima kasih dan bakti selama ini. Semoga senantiasa semuanya selalu sehat wal afiat dan selalu berada dibawah perlindungan Allah SWT. Ya Allah, kasih sayang yang Kau berikan telah mampu membuat penulis selalu tegar dalam menapaki setiap nikmat yang Kau berikan.

7. Kawan-kawan seperjuangan dan se-Almamater DIII Teknik Instrumentasi angkatan 2003. Begitu indahny kalian menanamkan kenangan kepada penulis, terima kasih untuk semuanya. Semoga kita akan dipertemukan kembali nanti.
8. Para pembaca yang sedang menikmati buku ini di manapun anda berada, terima kasih atas waktu yang anda luangkan.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini tidaklah sempurna, tetapi penulis berharap ini dapat memberikan kontribusi yang berarti dan dapat menambah wawasan bagi pembaca dan mahasiswa Teknik Fisika yang nanti dapat digunakan sebagai referensi pengerjaan tugas akhir baru.

Surabaya, Juli 2007

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Permasalahan.....	1
1.3 Batasan Masalah.....	1
1.4 Tujuan.....	2
1.6 Sistematika Laporan.....	2
 BAB II TEORI PENUNJANG.....	 3
2.1 Sifat listrik bahan logam	3
2.2 Penguat operasional (Op Amp).....	6
2.3 Osilator dan <i>power supply</i>	12
2.4 Interfacing	12
2.5 <i>Error</i>	18
2.6 Presisi	18
2.7 Akurasi	19
 BAB III PEMBUATAN ALAT DAN PENGUJIAN	
3.1 Perancangan pembuatan <i>hardware</i>	21
3.2 Perancangan perangkat lunak (<i>software</i>).....	24
3.3 Pengujian alat	25
 BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	 27
4.1 Hasil pembuatan alat	27
4.2 Hasil pengujian alat	30

4.3 Perhitungan <i>error</i>	32
4.4 Perhitungan akurasi	32
4.5 Pembahasan	33
BAB V. KESIMPULAN	35

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Suatu konduktor dengan luas penampang A	3
2.2 Spektrum konduktivitas dan tahanan	5
2.3 Simbol Op-Amp dasar	7
2.4 Penguat <i>inverter</i>	8
2.5 Penguat <i>non-inverter</i>	9
2.6 Rangkaian <i>Summer</i>	10
2.7 Rangkaian <i>Differensiator</i>	11
2.8 Konektor serial DB-9	14
2.9 Konfigurasi slot DB-25 <i>femal</i>	16
3.1 Diagram alur perencanaan alat	21
3.2 Diagram blok <i>Conductivity Meter</i>	22
3.3 Rangkaian <i>power supply</i>	23
3.4 Rangkaian alat <i>Conductivity Meter</i>	24
3.5 Diagram alur program	24
4.1 Alat ukur konduktivitas(<i>Conductivity Meter</i>)	27
4.2 Tampilan dasar alat ukur <i>Conductivity Meter</i>	28
4.3 Tampilan alat ukur <i>Conductivity Meter</i> pada benda pejal balok	29
3.4 Tampilan alat ukur <i>Conductivity Meter</i> pada benda pejal silinder	29

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Konduktivitas listrik suatu bahan dalam temperatur ruang.....	6
2.2 Konfigurasi pin dan nama sinyal konektor <i>serial</i> DB-25.....	14
2.3 konfigurasi pin dan nama sinyal konektor <i>parallel</i> standart DB-25	17
2.4 Alamat port	18
4.1 Hasil pengambilan data pada aluminium	30
4.2 Hasil pengambilan data pada baja	31
4.3 Hasil pengambilan data pada tembaga	31
4.4 Nilai <i>error</i> pada masing-masing bahan	32
4.5 Nilai akurasi pada masing-masing bahan	33



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, tercipta alat-alat elektronik yang banyak memberikan kemudahan dalam menjalankan aktifitas sehari-hari. Dalam pengoperasiannya alat-alat tersebut membutuhkan tenaga listrik dan untuk mengalirkan listrik ini dibutuhkan bahan penghantar. Umumnya bahan penghantar (konduktor) listrik adalah bahan logam. Namun dalam perkembangan terakhir, ditemukan pula bahan konduktor lain selain logam.

Alat ukur konduktivitas (conductivity meter) listrik yang tersedia di lab Teknik Fisika adalah conductivity meter untuk liquid, maka perlu kiranya dibuat conductivity meter untuk zat padat. Sebenarnya konduktivitas zat padat dapat diukur secara manual, namun cara seperti ini membutuhkan waktu yang lama dan hasilnya tidak akurat. Maka untuk mempermudah dalam pengukuran konduktivitas, diperlukan sebuah alat khusus. Dengan menggunakan alat ukur konduktivitas listrik berbasis PC, kemampuan suatu bahan untuk menghantarkan listrik dapat diketahui dengan mudah dan akurat.

1.2 Permasalahan

Permasalahan yang muncul dalam perancangan dan pembuatan alat ukur konduktivitas listrik pada zat padat adalah bagaimana merancang dan membuat alat ukur konduktivitas listrik pada zat padat dan juga bagaimana cara menentukan nilainya.

1.3 Batasan Masalah.

Agar tidak terjadi perluasan pembahasan, maka ditentukan batasan masalah, sebagai berikut:

- Alat yang dibuat adalah untuk mengukur konduktivitas bahan logam.

- Bahan yang diukur berbentuk pejal
- Software yang digunakan adalah *Visual Basic 6*.
- Pengukuran dilakukan dalam temperatur ruang

1.4 Tujuan

Adapun tujuan tugas akhir ini adalah untuk membuat sebuah alat ukur konduktivitas listrik dari benda padat dengan berbasis PC.

1.6. Sistematika Laporan

Dalam mengerjakan laporan tugas akhir ini disusun dalam beberapa Bab, dengan diawali Bab I Pendahuluan yang berisi penjelasan tentang latar belakang, tujuan serta permasalahannya. Bab II Dasar teori berisi tentang teori dasar yang mendukung sebagai bahan rujukan yang berkaitan dalam tugas akhir. Bab III Pembuatan alat dan pengujian yang berisi tentang proses dari perancangan sampai pembuatan alat berdasarkan teori penunjang yang telah diberikan disertai design dan implementasinya dalam bentuk gambar serta pengujian alat. Bab IV Hasil dan Pembahasan berisi tentang pengujian alat yang telah dirancang, pengambilan data dan pembahasan. Bab V Kesimpulan dan saran yang berisi tentang kesimpulan dan saran yang dijadikan untuk lebih membangun dan pengembangan selanjutnya.

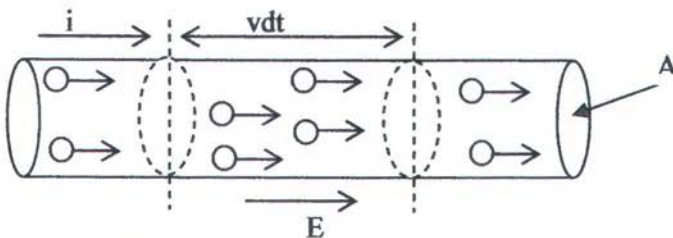
BAB II TEORI PENUNJANG

2.1 Sifat Listrik Bahan Logam

2.1 Arus Listrik dan Kerapatan Arus

Dalam konduktor logam elektron-elektron bebas bergerak kesegala arah secara seimbang. Dalam elektrolit pembawa muatan listrik adalah ion-ion positif dan negatif. Bila di dalam konduktor terdapat medan listrik, maka gerakan muatan-muatan listrik yang sembarang itu akan terarah, yaitu muatan positif bergerak searah medan listrik sedang muatan negatif melawan arah medan, dan terjadi arus listrik.

Arah arus diperjanjikan sebagai arah gerakan muatan positif. Jika pada suatu penampang konduktor lewat muatan positif 10 coulomb ke kanan dan muatan negatif 20Coulomb ke kiri, maka dikatakan pada penampang tersebut lewat muatan positif sebesar 30 Coulomb ke kanan. Perhatikan suatu konduktor dengan luas penampang A . Bila dalam selang waktu dilewati muatan positif dq , maka dq adalah besar muatan total yang terdapat di dalam tabung volume A , dengan v adalah kecepatan rata-rata partikel pembawa muatan.



Gambar 2.1 Suatu konduktor dengan luas penampang A

Bila jumlah partikel persatuan volume n , dan muatan tiap-tiap partikel q , maka.

$$dQ = A \cdot v \, dt \cdot n \cdot q \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

Kuat arus i yang didefinisikan sebagai jumlah muatan positif yang lewat penampang dalam satu satuan waktu adalah

$$I = dQ/dt = A v n q \quad \dots\dots\dots(2.2)$$

Bila satuan muatan adalah coulomb, dan satuan waktu adalah detik, maka satuan arus listrik disebut ampere. Kalau muatan yang lewat terdiri dari bermacam-macam partikel dengan jumlah partikel persatuan volume, kecepatan, dan muatan yang berlainan, maka:

$$dQ = A dt (n_1 v_1 q_1 + n_2 v_2 q_2 + \dots\dots\dots) \quad \dots\dots\dots(2.3)$$

dan

$$i = dq/dt = A \sum n_i v_i q_i \quad \dots\dots\dots(2.4)$$

Rapat arus J didefinisikan sebagai kuat arus i dibagi luas penampang A , yaitu:

$$J = \frac{i}{A}$$

Kemampuan suatu bahan untuk menghantarkan arus listrik dinamakan konduktivitas listrik, untuk membedakan sifat penghantaran arus listrik dari bahan-bahan. Konduktivitas listrik σ sebagai perbandingan antara rapat arus J dengan kuat medan listrik yang menimbulkan arus, yaitu:

$$\sigma = J/E \quad \dots\dots\dots(2.5)$$

Karena $E = -dv/dx$, maka

$$J = i/A = \sigma (-dv/dx) \quad \dots\dots\dots(2.6)$$

atau

$$i = -A\sigma dv/dx \quad \dots\dots\dots(2.7)$$

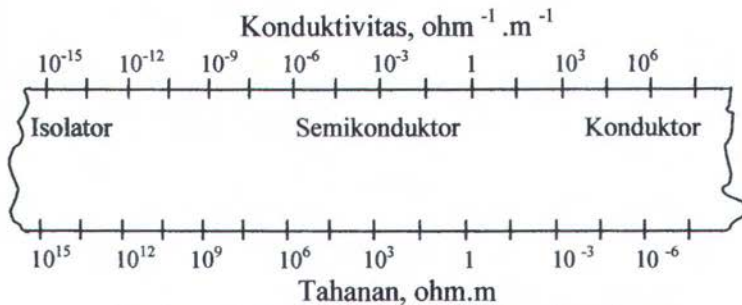
Kebalikan dari konduktivitas didefinisikan sebagai resistivitas ρ , sehingga

$$\rho = 1/\sigma$$

Dengan satuan ohm.m. Jadi tahanan listrik dari kawat yang panjangnya L , luas penampang A , dan resistivitas ρ adalah:

$$R = \frac{\rho \times L}{A} \dots\dots\dots(2.8)$$

Berbagai macam bahan yang digunakan mempunyai konduktivitas yang berbeda (atau tahanan, karena $\sigma = 1/\rho$) dengan nilai yang berbeda-beda. Pada gambar 2.2 bisa dilihat bahwa umumnya bahan dibagi dalam tiga golongan diantaranya konduktor, semikonduktor dan isolator.



Gambar 2.2 Spektrum konduktivitas dan tahanan

Pada jenis bahan yang menghantarkan listrik, muatan dibawa dalam modul $0,6 \times 10^{-18}$ coul, yaitu muatan satu elektron. Pada logam, elektronlah yang bergerak. Pada bahan ionik, muatan dapat dibawa oleh ion yang berdifusi. Akan tetapi muatannya merupakan kelipatan jumlah muatan elektron (- atau +, untuk anion dan kation).

Konduktivitas σ dan tahanan ρ dari suatu bahan tergantung pada bilangan n , pembawa muatan, besar muatan q dan mobilitas μ , sesuai persamaan

$$\sigma = \frac{1}{\rho} = nq\mu \dots\dots\dots(2.9)$$

Tabel 2.1 Konduktivitas listrik suatu bahan dalam temperatur ruang

Polymer		Metals & alloy		Ceramics	
Bahan	$\sigma(\Omega.cm)^{-1}$	Bahan	$\sigma(\Omega.cm)^{-1}$	Bahan	$\sigma(\Omega.cm)^{-1}$
Nylon	$10^{-12} - 10^{-15}$	Al	3.8×10^5	ReO ₃	5×10^5
Poly-carbonat	5×10^{-17}	Ag	6.3×10^5	CrO ₂	3.3×10^4
Poly-ethylen	$<10^{-16}$	Au	4.3×10^5	SiC	1.0×10^{-1}
Poly-propylen	$<10^{-15}$	Co	1.6×10^5	Fe ₃ O ₄	1.0×10^2
Poly-styrene	$<10^{-16}$	Cr	7.8×10^4	SiO ₂	$<10^{-14}$
Polyt-etrafluoro ethylene	$<10^{-18}$	Cu	6.0×10^5	Al ₂ O ₃	$<10^{-14}$
PVC	$10^{-12} - 10^{-16}$	Fe	1.0×10^5	Si ₃ N ₄	$<10^{-14}$
Phenol-formal dehyd	10^{-13}	Mg	2.2×10^5	MgO	$<10^{-14}$
Polyester s	10^{-11}	Ni	1.5×10^5	Si	1.0×10^{-4}
Silicon	$<10^{-12}$	Pd	9.2×10^4	Ge	2.3×10^{-2}
Acetal	10^{-15}	Pb	4.8×10^4		
		Pt	9.4×10^4		
		Sn	9.1×10^4		
		Ta	8.0×10^4		
		Zn	1.7×10^5		
		Zr	2.5×10^4		

2.2 Penguat Operasional (*Op Amp*)

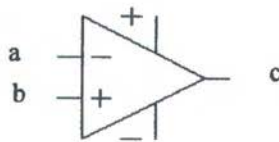
Istilah penguat operasional pertama kali digunakan untuk penguat DC (Arus searah) yang membentuk operasi matematika seperti penjumlahan, pengurangan, integrasi dan diferensial dalam komputer analog. Disamping itu, *Op-Amp*

digunakan pula dalam pengaturan tegangan, filter aktif, instrumentasi, pengubahan analog ke digital dan digital ke analog.

Alasan penggunaan yang luas dari *Op-Amp* adalah digunakan umpan balik negatif. Penampilan penguat dengan elemen umpan balik terutama dikendalikan dan ditentukan hanya oleh elemen-elemen umpan balik dan tidak tergantung pada karakteristik transistor, tahanan dan kapasitor yang membentuk penguat operasional. Karena elemen-elemen umpan balik umumnya positif, operasi rangkaian dapat dibuat sangat stabil dan penampilannya dapat diperkirakan.

2.2.1 Simbol op-amp

Simbol rangkaian suatu *Op-Amp* ditunjukkan dalam gambar dibawah ini. Terminal a dan b merupakan terminal-terminal masukan, sedangkan terminal c merupakan terminal keluaran. Terminal a dinamakan terminal masuk pembalik (*inverting*). Tanda negatif menunjukkan bahwa sinyal yang diberikan pada terminal a akan muncul pada terminal c dengan polaritas yang berlawanan dengan terminal a. Terminal b dinamakan terminal masuk bukan pembalik (*non inverting*). Ini berarti bahwa sinyal keluaran di c selalu sama polaritasnya dengan sinyal yang diberikan di terminal b. Tegangan sinyal keluaran sebanding dengan beda antara dua tegangan sinyal yang diberikan pada dua terminal masukan.



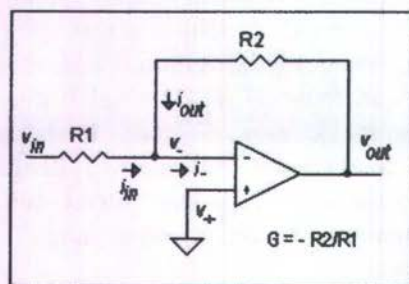
Gambar 2.3 Simbol *Op-Amp* dasar

2.2.2 Beberapa penggunaan *op-amp*

Berikut ini akan dijelaskan mengenai beberapa penggunaan Op-Amp, antara lain:

a. Penguat pembalik (*inverting amplifier*)

Salah satu penggunaan *Op-Amp* adalah sebagai penguat pembalik (*inverting*), yaitu penguat yang keluarannya mempunyai tanda tegangan yang terbalik dibandingkan dengan tanda tegangan masukan. Rangkaian dasar penguat *inverting* adalah seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1, di mana sinyal masukannya dibuat melalui input inverting. Seperti tersirat pada namanya, pembaca tentu sudah menduga bahwa fase keluaran dari penguat inverting ini akan selalu berbalikan dengan inputnya. Dari rangkaian tersebut membalik sinyal masukan sehingga bisa menghasilkan pelemahan atau penguatan dan sangat tergantung pada rasio antara resistansi masukan ataupun resistensi *feedback*.



Gambar 2.4 Penguat *Inverter*

Dari gambar diatas didapatkan bahwasanya

$$v_{out}/R_2 = -v_{in}/R_1 \quad \dots\dots\dots(2.10)$$

atau

$$v_{out}/v_{in} = -R_2/R_1 \quad \dots\dots\dots(2.11)$$

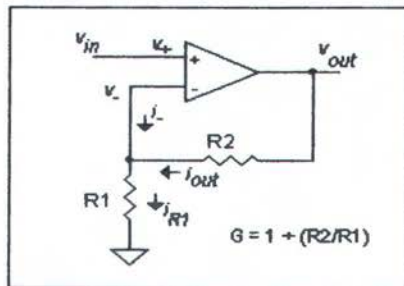
Jika penguatan G didefinisikan sebagai perbandingan tegangan keluaran terhadap tegangan masukan, maka dapat ditulis

$$G = v_{out}/v_{in} = -R_2/R_1 \quad \dots\dots\dots(2.12)$$

Impedansi rangkaian inverting didefinisikan sebagai impedansi input dari sinyal masukan terhadap ground. Karena input inverting (-) pada rangkaian ini diketahui adalah 0 (*virtual ground*) maka impedansi rangkaian ini tentu saja adalah $Z_{in} = R_1$.

b. Penguat tak pembalik (*non inverting amplifier*)

Prinsip utama rangkaian penguat *non-inverting* adalah seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.2 berikut ini. Seperti namanya, penguat ini memiliki masukan yang dibuat melalui input non-inverting. Dengan demikian tegangan keluaran rangkaian ini akan satu fasa dengan tegangan inputnya.



Gambar 2.5 Penguat *Non-Inverter*

Dari sini ketahuilah tegangan jepit pada R_2 adalah $v_{out} - v_- = v_{out} - v_{in}$, atau $i_{out} = (v_{out} - v_{in})/R_2$. Lalu tegangan jepit pada R_1 adalah $v_- = v_{in}$, yang berarti arus $i_{R1} = v_{in}/R_1$. Hukum Kirchof pada titik input inverting merupakan fakta yang mengatakan bahwa :

$$i_{out} + i_{(-)} = i_{R1} \quad \dots\dots\dots (2.13)$$

Jika ditulis dengan tegangan jepit masing-masing maka diperoleh $(v_{out} - v_{in})/R_2 = v_{in}/R_1$ yang kemudian dapat disederhanakan menjadi :

$$v_{out} = v_{in} (1 + R_2/R_1) \quad \dots\dots\dots (2.14)$$

Jika penguatan G adalah perbandingan tegangan keluaran terhadap tegangan masukan, maka didapat penguatan op-amp non-inverting :

$$G = \frac{V_{out}}{V_{in}} = 1 + \left(\frac{R_2}{R_1} \right) \dots\dots\dots (2.15)$$

Impedansi untuk rangkaian *Op-amp non inverting* adalah impedansi dari input *non-inverting op-amp* tersebut.

c. Penguat jumlah (*Summing Amplifier*)

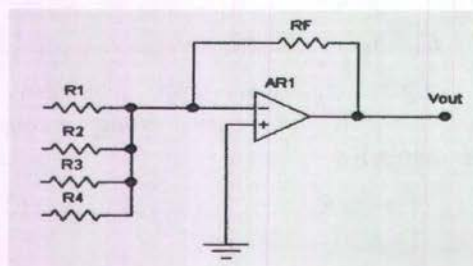
Pada rangkaian ini memfungsikan op-amp sebagai penjumlah / penambah 2 atau lebih inputan tegangan. Menurut terminal *inverting* arus I mengalir lewat tahanan parallel R_f sama dengan jumlah arus-arus yang melewati tahanan-tahanan seri R_1, R_2, R_3, R_4 .

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + I_4$$

$$I = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3} + \frac{V_4}{R_4} \dots\dots\dots (2.16)$$

Sedangkan arus I yang mengalir lewat tahanan R_f sama dengan $-\frac{V_o}{R_f}$, sehingga

$$-\frac{V_o}{R_f} = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3} + \frac{V_4}{R_4} \dots\dots\dots (2.17)$$



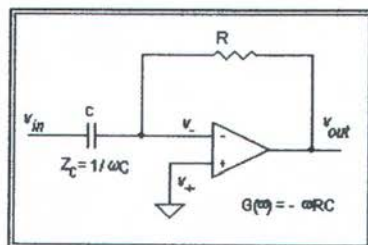
Gambar 2.6 Rangkaian *Summer*

d. Penguat *differensiator*

Kalau komponen C pada rangkaian penguat inverting di tempatkan di depan, maka akan diperoleh rangkaian differensiator seperti pada gambar 2.4. Dengan analisa yang sama seperti rangkaian integrator, akan diperoleh persamaan penguatannya :

$$V_{out} = -RC \frac{dV_{in}}{dt} \dots\dots\dots (2.18)$$

Rumus ini secara matematis menunjukkan bahwa tegangan keluaran v_{out} pada rangkaian ini adalah differensiasi dari tegangan input v_{in} . Contoh praktis dari hubungan matematis ini adalah jika tegangan input berupa sinyal segitiga, maka keluarannya akan menghasilkan sinyal kotak.



Gambar 2.7 Rangkaian *Differensiator*

Bentuk rangkaian *differensiator* mirip dengan rangkaian inverting. Sehingga jika berangkat dari rumus penguat *inverting* :

$$G = -R_2/R_1$$

dan pada rangkaian differensiator diketahui :

$$R_2 = R$$

$$R_1 = Z_c = 1/\omega C$$

maka jika besaran ini disubstitusikan akan didapat rumus penguat *differensiator*

$$G(\omega) = -\omega RC \dots\dots\dots (2.19)$$

Dari hubungan ini terlihat sistem akan meloloskan frekuensi tinggi (*high pass filter*), dimana besar penguatan berbanding lurus dengan frekuensi. Namun demikian, sistem seperti ini akan menguatkan noise yang umumnya berfrekuensi tinggi. Untuk praktisnya, rangkain ini dibuat dengan penguatan dc sebesar 1 (*unity gain*). Biasanya kapasitor diseri dengan sebuah resistor yang nilainya sama dengan R. Dengan cara ini akan diperoleh penguatan 1 (*unity gain*) pada nilai frekuensi *cutoff* tertentu.

2.3 Pembangkit Gelombang (*Osilator*) dan Sumber Daya (*Power Supply*)

Sumber daya atau yang biasa disebut *power supply* adalah suatu alat listrik arus bolak-balik menjadi arus searah dengan tegangan yang sesuai dengan tegangan yang disebutkan oleh rangkaian di alat-alat elektronik. Yang perlu diperhatikan adalah tegangan, frekuensi dan tenaga atau kekuatan di *power supply*. *Power supply* diukur kekuatannya dalam Watt. *Power supply* merupakan bagian yang paling berat dibandingkan dengan komponen-komponen yang lainnya. Karena didalamnya terdapat transformator yang merupakan tegangan 220 Volt menjadi tegangan kira-kira mendekati 5 Volt atau yang lainnya.

Osilator yang dimaksud disini adalah pembangkit gelombang atau frekuensi yang dihasilkan oleh sebuah transformator inti ferit yang membutuhkan sumber tegangan searah (DC) sebesar 3V, sehingga rangkaian tersebut dapat mengubah tegangan searah menjadi tegangan bolak-balik (AC). Osilator ini terdiri dari travo inti ferit, kapasitor, transistor yang berjenios NPN, dan beberapa resistor.

2.4 Interfacing

Komputer merupakan sebuah piranti pemroses yang bisa dihubungkan dengan dunia luar atau peralatan lain. Untuk dapat menghubungkan peralatan luar pada sebuah komputer dibutuhkan sarana yang disebut *interface* (antar muka). Dengan adanya

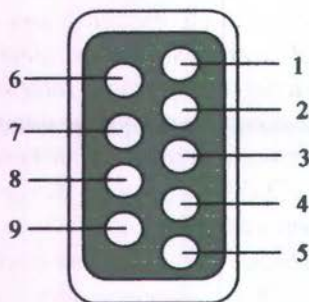
interface ini komputer mampu mengirimkan sinyal-sinyal dan membaca sinyal-sinyal informasi dari peralatan luar. Komputer memiliki bermacam jenis dan sarana *interface* yang tersedia dalam peralatan internalnya atau yang ditambahkan kedalam sebuah komputer. Port input /output pada komputer terdiri dari LPT 1 dan LPT 2, COM 1 sampai dengan COM 4, USB *controller*, PPI 8255 dan sebagainya.

Dalam berkomunikasi dengan sarana *interface* ini komputer memiliki dua cara untuk pengoperasian data antara lain pengoperasian data secara serial dan pengoperasian data secara paralel.

2.4.1 Pengoperasian data secara serial

Dikenal dua cara komunikasi data serial, yaitu komunikasi data serial secara sinkron dan komunikasi data serial secara asinkron. Pada komunikasi data serial sinkron, *clock* dikirimkan bersama-sama dengan data serial, sedangkan komunikasi data serial asinkron, *clock* tidak dikirimkan bersama data serial, tetapi dibangkitkan secara sendiri-sendiri pada sisi pengirim (*transmitter*) maupun pada sisi penerima (*receiver*). Komunikasi data secara serial ini dikerjakan oleh UART dibuat khusus untuk mengubah data paralel menjadi data serial dan menerima data serial yang kemudian diubah kembali menjadi data paralel.

Pada UART, kecepatan pengiriman data (*boud rate*) dan fase *clock* pada sisi transmitter dan pada sisi *receiver* harus sinkron. Untuk itu diperlukan sinkronisasi antara *transmitter* dan *receiver*. Hal ini dilakukan oleh bit '*Start*' dan bit '*Stop*'. Pada gambar 2.5 adalah gambar konektor port serial DB-9 pada bagian belakang CPU. Pada komputer IBM PC kompatibel biasanya kita dapat menemukan dua konektor port serial DB-9 yang biasa dinamai COM1 dan COM2.



Gambar 2.8 Konektor serial DB-9

Tabel 2.2 Konfigurasi pin dan nama sinyal konektor serial DB-25

Nomor pin	Nama Sinyal	Direction	Keterangan
1	DCD	In	Data Carrier Detect/ Received Line Signal Detect
2	RxD	In	Receive Data
3	TxD	Out	Transmit Data
4	DTR	Out	Data terminal Ready
5	GND	-	Ground
6	DSR	In	Data Set Ready
7	RST	Out	Requet to Send
8	CTS	In	Clear to Send
9	RI	In	Ring Indicator

Keterangan mengenai fungsi saluran RS232 pada konektor DB-9 adalah sebagai berikut:

- *Received Line Signal Detect*, dengan saluran ini DCE. memberitahukan ke DTE bahwa pada terminal masukan ada data masuk.
- *Receive Data*, digunakan DTE menerima data dari DCE.
- *Transmit Data*, digunakan DTE mengirimkan data ke DCE.
- *Data Terminal Ready*, pada saluran ini DTE memberitahukan kesiapan terminalnya.
- *Signal Ground*, saluran ground.

- *Ring Indicator*, pada saluran ini DCE memberitahu ke DTE bahwa sebuah stasiun menghendaki hubungan denganya.
- *Clear To Send*, dengan saluran ini DCE memberitahukan bahwa DTE boleh memulai mengirim data.
- *Reques To Send*, dengan saluran ini DCE diminta mengirim data oleh DTE.
- *DCE Ready*, sinyal aktif pada saluran ini menunjukkan bahwa DCE sudah siap.

2.4.2 Pengoperasian data secara paralel

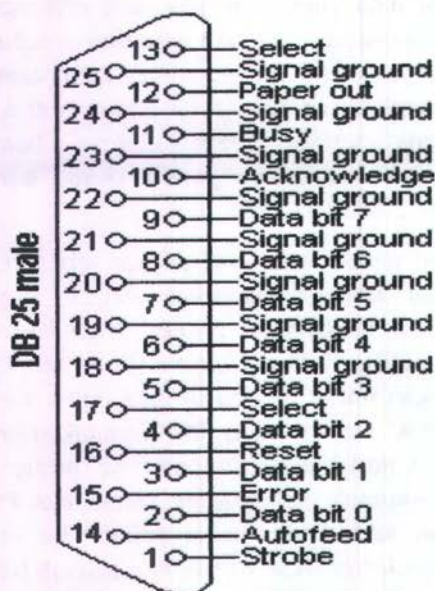
Pengoperasian data secara paralel pada computer dilakukan dengan cara mengirimkan atau menerima data secara langsung bersama-sama dalam jumlah bit yang banyak misalnya delapan (8) bit data atau lebih. Dengan menggunakan cara ini memiliki keuntungan data yang diproses akan berlangsung dengan cepat tanpa menunggu satu per satu data bitnya untuk diproses. Namun kelemahannya dengan menggunakan cara paralel dibutuhkan jalur bit yang banyak sehingga tidak sesuai untuk komunikasi jarak jauh karena terlalu rumit dengan banyak kabel data. Pengoperasian data secara paralel dalam kompuer terjadi pada LPT 1, LPT 2 dan PPI 8255.

Port paralel atau port printer sebenarnya terdiri dari tiga bagian yang diberi nama sesuai dengan tugas-tugasnya dalam melaksanakan pencetakan printer. Tiga bagian tersebut adalah *Data Port* (DP), *Printer Control* (PC), dan *Printer Status* (PS). DP digunakan untuk mengirim data untuk mengirim data uyang harus dicetak oleh printer, PC digunakan untuk mengirimkan kode-kode kontrol dari komputer ke printer, misalmnnya kode kontrol untukuntuk menggulung kertas, dan PS digunakan untuk mngirimkan kode-kode status printer ke komputer, misalnya untuk menginformasikan bahwa kertas telah habis.

DP, PC, dan PS sebenarnya adalah port-port 8 bit, namun hanya DP yang benar-benar 8 bit. Untuk PC dan PS, hanya beberapa bit saja yang dipakai yang berarti hanya beberapa bit saja dari *port-port* ini yang dapat kita manfaatkan untuk

keperluan *interfacing*. Port PC adalah port baca/tulis (*read/write*), PS adalah port baca saja, sedangkan port DP adalah port baca/tulis juga. Akan tetapi, kemampuan ini hanya dimiliki oleh *Enhanced Parallel Port* (EPP), sedangkan port paralel standar hanya memiliki kemampuan tulis saja. Pada EPP, penentuan arah jalur data dwi-arah DP dilakukan lewat bit 5 PC. Jika bit 5 PC bernilai 0, maka jalur data dwi-kutub DP menjadi *output* dari port paralel, sebaliknya jika bit 5 PC bernilai 1, maka jalur data dwi-arah DP menjadi input dari port paralel.

Selengkapnya, konfigurasi slot DB-25 female yang terdapat pada belakang komputer dapat dilihat pada gambar 2.5 dan konfigurasi dari DP, PC, dan PS dapat dilihat pada tabel 2.1. Pin-pin dengan keterangan komplement akan berlogika tinggi pada keadaan awal.



Gambar 2.9 Konfigurasi slot DB-25 femal

Tabel 2.3 Konfigurasi pin dan nama sinyal konektor paralel standart DB-25

No.Pin	Nama Sinyal	Direction	Register	Komplemen
1	Strobe	Out	Control bit 0	Ya
2	Data 0	Out	Data bit 0	-
3	Data 1	Out	Data bit 1	-
4	Data 2	Out	Data bit 2	-
5	Data 3	Out	Data bit 3	-
6	Data 4	Out	Data bit 4	-
7	Data 5	Out	Data bit 5	-
8	Data 6	Out	Data bit 6	-
9	Data 7	Out	Data bit 7	-
10	Ack	In	Status bit 6	-
11	Busy	In	Status bit 7	Ya
12	Paper-Out/Paper-End	In	Status bit 5	-
13	Select	In	Status bit 4	-
14	Auto-Linefeed	In/Out	Control bit 1	Ya
15	Error/Fault	In	Status bit 5	-
16	Initialize	In/Out	Control bit 2	-
17	Select-Printer/Select-in	In/Out	Control bit 3	Ya
18-25	Ground	Gnd		-

Untuk dapat menggunakan *port* paralel, kita harus mengetahui alamatnya. *Base Address* LPT1 biasanya adalah 888 (378h) dan LPT2 biasanya 632 (278h). Alamat tersebut adalah alamat yang umumnya digunakan, tergantung dari jenis komputer. Tepatnya kita bisa melihat pada peta memori tempat menyimpan alamat tersebut, yaitu memori 0000.0408h untuk *base address* LPT1 dan memori 0000.040Ah untuk *base address* LPT2.

Tabel 2.4 Alamat port

Nana Port	Alamat Register
LPT1 DP	378h / 888
LPT1 PS	379h / 889
LPT1 PC	37Ah / 890

Setelah kita mengetahui alamat dari port paralel, maka kita dapat menentukan alamat DP, PC, dan PS. Alamat DP adalah *base addres* dari port paralel tersebut, alamat PS adalah *base addres +1*, dan alamat PC adalah *base addres +2*.

2.5 Error

Error atau kesalahan adalah penyimpangan nilai dari suatu pengukuran terhadap harga sebenarnya, dapat dinyatakan dalam error absolut atau prosen error sebagai berikut :

$$e = |Y_n - X_n|$$

dimana :

e = error absolut

Y_n = nilai yang sebenarnya (expected value)

X_n = nilai yang terukur

$$\% e = |e/Y_n| \times 100 \% \dots\dots\dots(2.20)$$

2.6 Presisi

Presisi adalah keterdekatan hasil pengukuran yang dilakukan berulang-ulang terhadap rata-rata pengukuran. Suatu alat ukur yang presisi belum menjamin akurasi karena presisi ini hanya ditentukan oleh nilai yang dihasilkan oleh alat ukur yang bersangkutan tanpa harus dibandingkan dengan besaran terukur yang sebenarnya yang dihasilkan oleh peralatan standard. Secara matematik presisi dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$= 1 - \frac{|X_n - \overline{X_n}|}{\overline{X_n}} \dots\dots\dots(2.21)$$

2.7 Akurasi

Akurasi ialah keterdekatan hasil pengukuran suatu alat ukur terhadap suatu nilai standar yang disepakati, atau terhadap suatu nilai yang benar (true value). Pada beberapa aplikasi, akurasi dapat diartikan sebagai batas penyimpangan pengukuran atau batas kesalahan intrinsik. Perhitungan akurasi dalam percobaan ini digunakan untuk mendapat persentase keakurasian timer pada program.

Akurasi relatif dinyatakan dengan :

$$A = 1 - \left| \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \right|$$

Dimana :

A = akurasi relatif

Y_n = nilai yang sebenarnya (expected value)

X_n = nilai yang terukur

Akurasi dapat juga dinyatakan dalam prosen akurasi sebagai berikut :

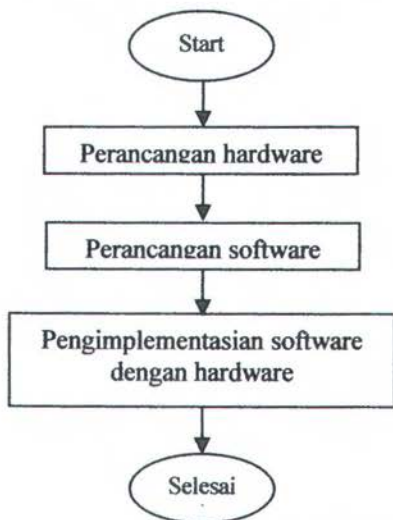
$$\% A = A \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (2.22)$$

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

BAB III

PEMBUATAN ALAT DAN PENGUJIAN

Dalam bagian bab ini akan dibahas mengenai perancangan dan pembuatan alat. Dalam perancangan pembuatan alat ini diawali dengan membuat blok diagram. Adapun perancangan pembuatan alat ini terbagi atas beberapa perangkat yang saling berhubungan yakni perangkat elektronik dan perangkat lunak (*software*) yang berisi instruksi untuk menjalankan program. Adapun langkah-langkah dalam perancangan dan pembuatan alat pada tugas akhir ini seperti pada blok diagram alir perancangan plant di bawah ini:



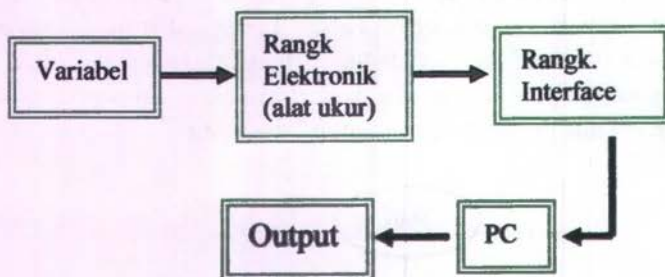
Gambar 3.1 Diagram alur perencanaan alat

3.1 Perancangan dan Pembuatan Hardware

Perancangan hardware (rangkaian elektronik) ini meliputi pembuatan rangkaian *power supply*, rangkaian ohm meter, *Signal Conditioning* (SC), rangkaian ADC dan *multiplexer* serta

rangkaian *interfacing* dengan *port* paralel. Pada pembuatan alat ukur *conductivity meter* untuk zat padat berbasis PC ini digunakan beberapa bagian pokok yaitu:

- PC sebagai unit pemroses data
- Rangkaian interface yang ditancapkan di *card slot* PC berupa konektor DB 25
- Rangkaian elektronika (alat ukurnya)



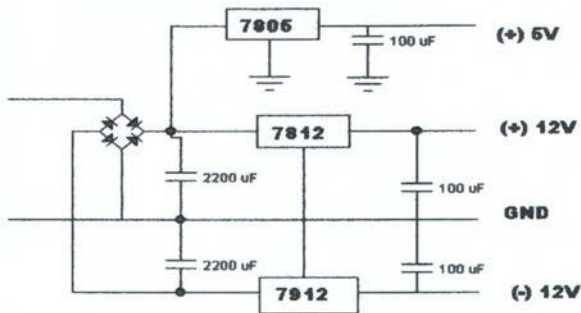
Gambar 3.2 Diagram blok *Conductivity Meter*

3.1.1 Perancangan dan pembuatan rangkaian *power supply*

Perangkat elektronika mestinya dicatu oleh suplai arus searah DC (*direct current*) yang stabil agar dapat dengan baik. Baterai atau accu adalah sumber catu daya DC yang paling baik. Namun untuk aplikasi yang membutuhkan catu daya lebih besar, sumber dari baterai tidak cukup.

Sumber catu daya yang besar adalah sumber bolak-balik AC (*alternating current*) dari pembangkit tenaga listrik. Untuk itu diperlukan suatu perangkat catu daya yang dapat mengubah arus AC menjadi DC. Adapun komponen-komponen yang ada dalam rangkaian catu daya ini adalah transformator daya, dioda penyearah, kapasitor filter, regulator.

Regulator yang digunakan yaitu IC 7805 dan 7812. dipergunakannya regulator 7805 adalah untuk mendapat tegangan 5 volt, 7812 regulator tegangan 12 volt dan seterusnya.



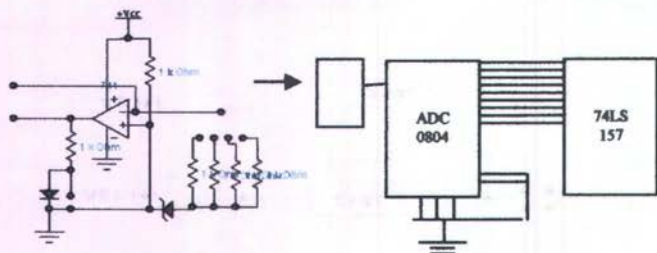
Gambar 3.3. Rangkaian *Power Supply*

3.1.2 Perancangan dan pembuatan rangkaian alat ukur

Rangkaian ini menggunakan rangkaian ohm meter, yang mana dengan rangkaian ini besarnya tahanan bisa diketahui. Dengan diketahui tahanan tersebut maka hantarannyapun bisa diketahui. Setelah melewati rangkaian ohm meter, tegangan dilewatkan ke *Sinyal Conditioning* (SC). Rangkaian SC yang digunakan pada alat ukur ini adalah *zero-span*. Pada SC ini tegangan mengalami penguatan yang sudah diset rangenya, sehingga nantinya keluaran tegangannya sesuai dengan masukan ADC yang dipakai (ADC 0804) yakni sebesar 0 - 5 volt. Setelah melalui perubahan analog ke digital dengan ADC, maka bisa disambungkan ke PC dengan rangkaian *interface*. Interface yang digunakan pada alat ini adalah *port* paralel.

Adapun gambar rangkaian alat conductivity meter ini dapat dilihat pada gambar dibawah:



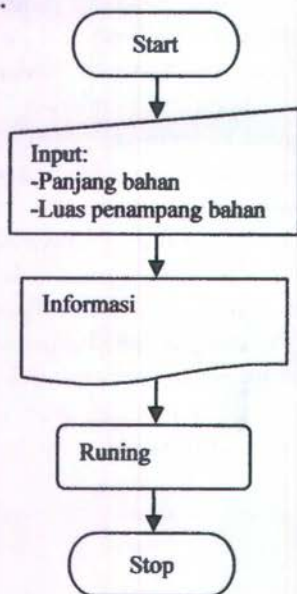


Gambar 3.4 Rangkaian alat *conductivity meter*

3.2 Perancangan dan pembuatan perangkat lunak (*Software*)

Dalam perancangan alat ini bahasa pemrograman yang digunakan dalam *interfacing* antara perangkat keras (*hardware*) dengan perangkat lunak (*software*) adalah bahasa pemrograman Visual Basic 6.

Adapun secara garis besar alur program yang dibuat adalah sebagai berikut:



Gambar 3.5 Diagram alur program

3.3 Pengujian Alat

Pengujian alat ukur dilakukan dengan menggunakan beberapa bahan uji, antara lain aluminium, tembaga dan baja. Semua bahan berbentuk silinder pejal dengan panjang sekitar 30 cm. Sebelum melakukan pengujian, maka terlebih dahulu menyiapkan bahan yang akan diuji, kemudian dihubungkan dengan rangkaian elektronika yang sudah dalam kondisi *ON* dan menjalankan program pada PC, selanjutnya memasukkan nilai panjang bahan (tinggi bahan) dan komponen luas penampang bahan. Jika bahan tersebut berbentuk balok, maka komponen luas penampang bahan yang dimasukkan adalah panjang dan lebar. Apabila bahan yang diukur tersebut berbentuk silinder, maka komponen luas penampang bahan yang dimasukkan adalah diameter. Setelah program dijalankan sesuai dengan prosedur, maka pada layar PC akan ada tampilan angka yang menunjukkan hasil dari pengukuran. Disini dilakukan pula pengukuran konduktifitas secara manual, yaitu dengan mengukur resistansi bahan dengan menggunakan Ohm-meter. Dalam pengujian ini pada masing-masing bahan dilakukan pengukuran sebanyak 10 kali.

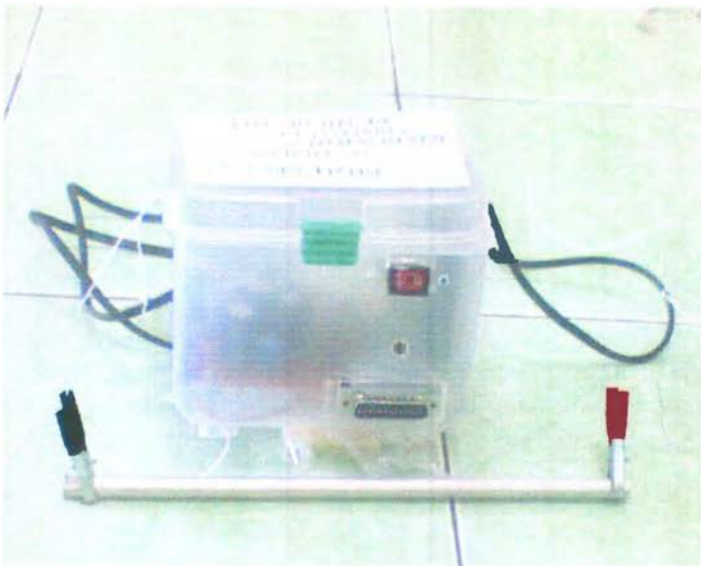
Dalam melakukan pengujian alat dilakukan perhitungan error dan akurasi. Hal ini dilakukan untuk mengetahui keauratan dari alat ukur konduktivitas listrik (*Conductivity Meter*) yang dibuat. Nilai error dan akurasi dapat dihitung dengan menggunakan rumus 20 dan rumus 22 pada bab II. Perhitungan ini menggunakan hasil pengukuran manual sebagai nilai sebenarnya (Y_n) dan hasil dari pengujian alat sebagai nilai yang terukur (X_n).

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan perancangan dan pembuatan alat ukur ini, kemudian dilakukan pengujian terhadap alat yang sudah dibuat. Hal ini dilakukan untuk mengetahui performansi alat.

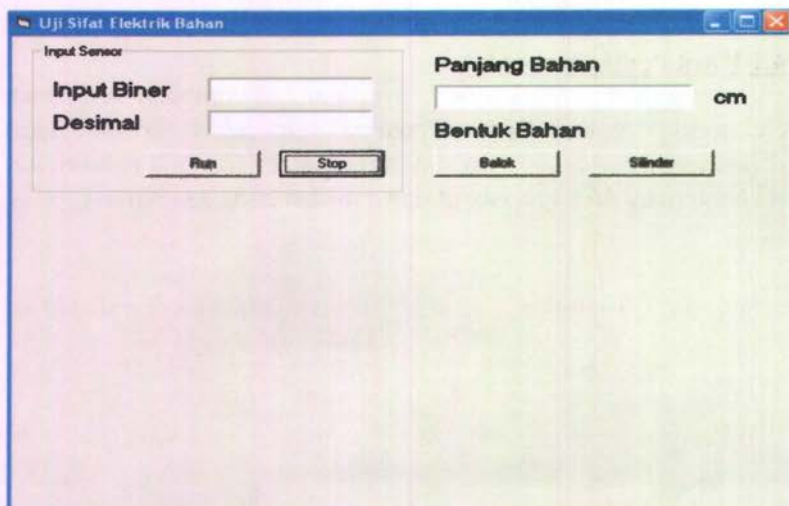
4.1 Hasil Pembuatan Alat

Setelah dilakukan perakitan komponen-komponen elektronik, maka dapat dibuatlah alat ukur konduktivitas (*Conductivity Meter*) ini. Adapun alat ukur konduktivitas (*Conductivity Meter*) tersebut dapat dilihat pada gambar 4.1



Gambar 4.1 Alat ukur konduktivitas (*Conductivity Meter*)

Karena alat ukur konduktivitas ini berbasis PC, maka hasil dari alat ukur ini dapat ditampilkan di layar komputer, sehingga mempermudah kita dalam melakukan pengukuran. Adapun tampilan hasil dari alat ukur konduktivitas listrik dapat dilihat pada gambar 4.2



Gambar 4.2 Tampilan dasar alat ukur *Conductivity Meter*

Dalam penggunaannya, alat ukur *Conductivity Meter* ini dapat mengukur konduktivitas listrik benda pejal balok dan silinder. Berikut tampilan hasil dari alat ukur konduktivitas listrik untuk benda pejal balok dan silinder.

Uji Sifat Elektrik Bahan

Input Sensor

Input Biner

Desimal

Balok

Tinggi cm

Lebar cm

Penampang cm²

Resistansi

Konduktivitas

Panjang Bahan cm

Bentuk Bahan

Gambar 4.3 Tampilan alat ukur *Conductivity Meter* pada benda pejal balok

Uji Sifat Elektrik Bahan

Input Sensor

Input Biner

Desimal

Silinder

Diameter cm

Penampang cm²

Resistansi

Konduktivitas

Panjang Bahan cm

Bentuk Bahan

Gambar 4.4 Tampilan alat ukur *Conductivity Meter* pada benda pejal silinder

4.2 Hasil Pengujian Alat

Alat ukur konduktivitas (*Conductivity Meter*) ini diuji dengan beberapa bahan uji, antara lain aluminium, tembaga dan baja. Semua bahan berbentuk silinder pejal dengan panjang sekitar 30 cm.

Berikut data hasil dari pengujian alat untuk bahan aluminium dengan panjang 30.2 cm dan diameter 1 cm (Luas penampang aluminium = 0.785 cm^2)

Tabel 4.1 Hasil pengambilan data pada Aluminium

No	Pengk. manual		Pengujian alat			
	R(Ω)	$\sigma(\Omega\text{cm})^{-1}$	Biner	Dec	$\rho(\Omega\text{cm})$	$\sigma(\Omega\text{cm})^{-1}$
1	1.1	3.48×10^5	00010000	16	0.4	3.412×10^5
2	1.1	3.48×10^5	00010000	16	0.4	3.412×10^5
3	1.0	3.85×10^5	00010000	16	0.4	3.412×10^5
4	1.1	3.48×10^5	00010000	16	0.4	3.412×10^5
5	1.0	3.85×10^5	00010000	16	0.4	3.412×10^5
6	1.1	3.4×10^5	00010000	16	0.4	3.412×10^5
7	1.0	3.8×10^5	00010000	16	0.4	3.412×10^5
8	1.1	3.4×10^5	00010000	16	0.4	3.412×10^5
9	1.1	3.49×10^5	00010000	16	0.4	3.412×10^5
10	1.1	3.49×10^5	00010000	16	0.4	3.412×10^5
Rata-rata		3.48×10^5	Rata-rata			3.412×10^5

Adapun untuk bahan uji berupa baja dengan panjang 31cm, dengan diameter 0.8 cm (Luas penampang baja 0.5024 cm^2) diperoleh hasil seperti pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Hasil pengambilan data pada Baja

No	Pengkuk.manual		Pengujian alat			
	R(Ω)	$\sigma(\Omega\text{cm})^{-1}$	Biner	Dec	$\rho(\Omega\text{cm})$	$\sigma(\Omega\text{cm})^{-1}$
1	1.2	5.4×10^5	00010000	16	0.259	4.86×10^5
2	1.2	5.4×10^5	00010000	16	0.259	4.86×10^5
3	1.1	5.5×10^5	00010000	16	0.259	4.86×10^5
4	1.1	5.5×10^5	00010000	16	0.259	4.86×10^5
5	1.0	6.05×10^5	00010000	16	0.259	4.86×10^5
6	1.1	5.5×10^5	00010000	16	0.259	4.85×10^5
7	1.0	6.05×10^5	00010000	16	0.259	4.86×10^5
8	1.1	5.5×10^5	00010000	16	0.259	4.86×10^5
9	1.2	5.4×10^5	00010000	16	0.259	4.86×10^5
10	1.0	6.05×10^5	00010000	16	0.259	4.86×10^5
Rata-rata		5.32×10^5	Rata-rata			4.86×10^5

Untuk bahan uji berupa tembaga dengan panjang 30.4cm, dengan diameter 0.15 cm (Luas penampang tembaga 0.01766 cm^2) diperoleh hasil seperti pada tabel 4.3

Tabel 4.3 Hasil pengambilan data pada Tembaga

No	Pengkuk.manual		Pengujian alat			
	R(Ω)	$\sigma(\Omega\text{cm})^{-1}$	Biner	Dec	$\rho(\Omega\text{cm})$	$\sigma(\Omega\text{cm})^{-1}$
1	2.1	8.19×10^5	11100000	224	0.13	7.68×10^5
2	2.5	6.89×10^5	11100000	224	0.13	7.68×10^5
3	2.5	6.89×10^5	11100000	224	0.13	7.68×10^5
4	2.5	6.89×10^5	11100000	224	0.13	7.68×10^5
5	2.1	8.19×10^5	11100000	224	0.13	7.68×10^5
6	2.1	8.2×10^5	11100000	224	0.13	7.68×10^5
7	2.5	6.89×10^5	11100000	224	0.13	7.68×10^5
8	2.5	6.89×10^5	11100000	224	0.13	7.68×10^5
9	2.5	6.89×10^5	11100000	224	0.13	7.68×10^5
10	2.5	6.89×10^5	11100000	224	0.13	7.68×10^5
Rata-rata		7.28×10^5	Rata-rata			7.68×10^5

Disamping ketiga bahan tersebut (yang merupakan bahan logam), alat juga diuji untuk mengukur konduktivitas bahan selain logam, dalam hal ini kayu dan plastik. Hasilnya, alat tidak mampu mengukur konduktivitas bahan tersebut, karena nilainya terlalu kecil.

4.3 Perhitungan Error

Setiap alat ukur tidak menutup kemungkinan terjadi error, demikian juga dengan alat ukur konduktivitas (*Conductivity Meter*) yang dibuat. Untuk mengetahui besarnya error pada alat ukur ini, maka dilakukan perhitungan dengan persamaan 2.20, perhitungan ini menggunakan hasil pengukuran manual sebagai nilai sebenarnya (Y_n) dan hasil dari pengujian alat sebagai nilai yang terukur (X_n).

Adapun nilai *error* dari pengukuran pada masing-masing bahan adalah sebagai berikut:

Tabel 4.4 Nilai *error* pada masing-masing bahan

Bahan	Y_n	X_n	Error (e)	% e
Aluminium	3.48	3.412	0.062	1.78 %
Baja	5.325	4.856	0.469	8.8 %
Tembaga	7.278	7.68	0.402	5.52 %
Rata-rata			0.311	5.57 %

4.3 Perhitungan Akurasi

Besarnya akurasi (A) yang dimiliki oleh alat ukur konduktivitas (*Conductivity Meter*) listrik ini dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.22, perhitungan ini menggunakan hasil pengukuran manual sebagai nilai sebenarnya (Y_n) dan hasil dari pengujian alat sebagai nilai yang terukur (X_n). Akurasi relatif dinyatakan dengan :

Adapun nilai akurasi dari pengukuran pada masing-masing bahan adalah sebagai berikut:

Tabel 4.5 Nilai akurasi pada masing-masing bahan

Jenis Bahan	A	%A
Aluminium	0.9822	98.22 %
Baja	0.912	91.2 %
Tembaga	0.9446	94.46 %
Rata-rata	0.9461	94.63 %

4.4 Pembahasan

Sebagai pembandingan dilakukan perhitungan konduktivitas bahan secara matematis. Dari hasil perhitungan tersebut terlihat bahwa $\sigma (\text{Al}) < \sigma (\text{Fe}) < \sigma (\text{Cu})$. Hasil pengukuran alat juga menunjukkan kecenderungan yang sama, yakni $\sigma (\text{Al}) < \sigma (\text{Fe}) < \sigma (\text{Cu})$. Berdasarkan hal ini, maka dapat dikatakan bahwa alat yang dibuat cukup handal.

Dengan mengacu pada tabel 2.1 diketahui bahwa hasil perhitungan matematis maupun pengukuran alat untuk bahan baja (Fe) berbeda dengan yang ada dalam tabel. Hal ini dapat dijelaskan karena bahan yang diuji dalam tugas akhir ini adalah baja, bukan besi murni.

BAB V

KESIMPULAN

Dalam tugas akhir ini telah berhasil dibuat alat ukur konduktivitas bahan (*Conductivity Meter*) berbasis PC. Dari pengujian alat ukur yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

- Alat yang dibuat sudah memenuhi batas toleransi sebuah alat ukur yaitu dengan tingkat kesalahan (error) dibawah 10%.
- Alat yang dibuat dapat mengukur konduktivitas bahan dengan tingkat kesalahan (error) 5.57% dan akurasi 94.63%.
- Bahan yang dapat diukur oleh alat ini adalah bahan logam.

DAFTAR PUSTAKA

- 1) Dosen-Dosen Fisika , "*Fisika II*", edisi ketiga, 2003
- 2) Millman dan Halkias, "elektronika Terpadu" Erlangga, Jakarta, 1997
- 3) Malvino Albert Paul, "Prinsip-Prinsip Elektronika", edisi kedua, penerbit Erlangga, jakarta, 1995
- 4) Wolfgang Link, "Pengukuran, Pengendalian dan Pengaturan dengan PC", penerbit PT Elex Media Komputindo, Jakarta, 1995
- 5) Eko Putra Agfianto, "Teknik Antar Muka Komputer Konsep dan Aplikasi", penerbit Graha Ilmu, jakarta 2002
- 6) Prasetya Retna & Edi Widodo Catur, "Teori dan Praktek interfacing Port Parellel dan Port Serial Komputer dengan Visual Basic 6.0", penerbit Andi Yogyakarta 2004
- 7) Sutanto, "Rangkaian Elektronika Analog", Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia 1994.

SPECIAL THANK'S TO :

1. **ALLAh** SWT atas semuanya rahmat, anugerah, keselamatan, kesehatan, hanya Kaulah Yang Maha Esa, Maha Penguasa Alam Semesta.
2. Kedua Orang tuaku, H.Sulaiman dan H. Katirah terima kasih atas restu dan do'anya, hanya Alloh yang bisa membalas kasih sayang dan pengorbanan yang beliau berikan dalam merawat dan membesarkan aku.
3. Mas2q Cak Ei dan Cak Aji, mbak2q mbk Lizda dan mbk Vina, serta adekq Uthuk tercinta terimakasih atas do'a dan suportnya. Kalian adalah orang-orang yang paling aku sayangi.
4. Krucil-krucilq Fakhri, Aza dan Nauval kalian adalah penghilang setresq, semoga kalian menjadi generasi-generasi mujahid dan mujahidah tangguh
5. Temen temen seperjuanganku mVita (Ayooo mbk kita pasti bisa), Kochay (thanks multimeter + elektroniknya ya serta bantuanya selama ini), Listyo (thanks atas alatnya ya....), Yudho (makasi supplynya yo..), Fahmi (thanks komponennya), Erwan & Tama (suwon dah dibantu mbeliin aluminium), Alvan, Baygon de el el.
6. Teman-teman seperjuanganku untuk TA masa lalu Kuncur (suwon programnya yo....), WDT, Agnes, Dedy, Gocheng,

Imung, b0sGenk, Sony, WdBlue, Andin, Bina, Yudho, Fa'ie, Yy, Elok, Iiz, Tika, Doty, Amen, Ike, cHi2, Indra, no-Vani, cHi2, Dony, de el el, meski sekarang qt udah berpisah namun semangat, kebersaman, dan kekompakan qt takkan kulupakan. Sukses buat kita bersama.

7. MbK Kamil Poltek makasi buanyak ya atas bantuanya.
8. Saudara-saudaraq seperjuangan mSad (Jzk Khoir atas do'a dan bimbigannya), mRifa & mNo' (makasi computer dan penginapanya ya...), mYuni, mKana, mLilla, Ate Tawal, mTi2n, mZiz (Jzk Jkoir transtoolnya ya.....), temanq Nurul & Nita, dMifta, dMita, dNobi (Jzk Khoir atas bantuanya selama ini), d Sukriyah, d Zoom, dRiki, serta adek2q dan mbk2q yang laenya yang tidak bisa penulis sebutkan satu satu makasiiii buanyak atas semuanya, semangat dalam berda'wah demi kemuliaan dan kejayaan Islam.
9. Mas Deni (suwon yo atas saranya), mas Munir thank atas ilmunya, serta adekq '04 kebawah semangat ya.....



LM78XX Series Voltage Regulators

General Description

The LM/78XX series of three terminal regulators is available with several fixed output voltages making them useful in a wide range of applications. One of these is local or card regulator, eliminating the distribution problems associated with single point regulator. The voltages available allow these regulators to be used in logic systems, instrumentation, HiFi, and other solid state electronic equipment. Although designed primarily as fixed voltage regulators these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.

The LM/78XX series is available in an aluminum TO-3 package which will allow over 1.0A load current if adequate heat sinking is provided. Current limiting is included to limit the peak output current to a safe value. Safe area protection for the output transistor is provided to limit internal power dissipation. If internal power dissipation becomes too high for the heat sinking provided, the thermal shutdown circuit takes over preventing the IC from overheating.

Considerable effort was expended to make the LM/78XX series of regulators easy to use and minimize the number

of external components. It is not necessary to bypass the output, although this does improve transient response. Input bypassing is needed only if the regulator is located far from the filter capacitor of the power supply.

For output voltage other than 5V, 12V and 15V the LM117 series provides an output voltage range from 1.2V to 5V.

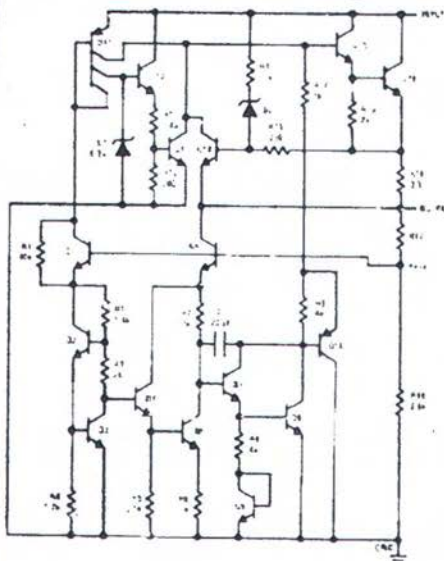
Features

- Output current in excess of 1A
- Internal thermal overload protection
- No external components required
- Output transistor safe area protection
- Internal short circuit current limit
- Available in the aluminum TO-3 package

Voltage Range

LM/7805C	5V
LM/7812C	12V
LM/7815C	15V

Schematic and Connection Diagrams



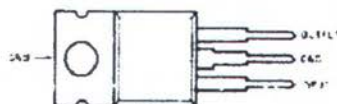
Metal Can Package
TO-3 (K)
Aluminum



Bottom View

Order Number LM7805CK,
LM7812CK or LM7815CK
See NS Package Number K002A

Plastic Package
TO-220 (T)



Top View

Order Number LM7805CT,
LM7812CT or LM7815CT
See NS Package Number T002B

Absolute Maximum Ratings

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Input Voltage (V_{in}) 5V, 12V and 15V 35V
 Internal Power Dissipator (Note 1) Internally Limited
 Operating Temperature Range (T_A) 0°C to 125°C

Maximum Junction Temperature
 (K Package) 150°C
 (T Package) 150°C

Storage Temperature Range 65°C to 150°C
 Lead Temperature (Soldering, 10 sec.)
 TO-3 Package K 300°C
 TO-220 Package T 230°C

Electrical Characteristics LM78XXC (Note 2) T_J 125°C unless otherwise noted.

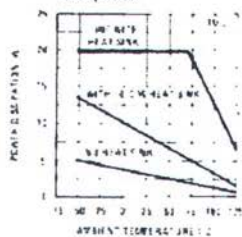
Output Voltage			5V			12V			15V			Units
Input Voltage (unless otherwise noted)			10V			19V			23V			
Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
V _O	Output Voltage	I _L 25°C, 5mA, I _S 1A	4.9	5	5.2	11.5	12	12.5	14.4	15	15.6	V
		I _L 15V, 5mA, I _S 1A	11.75		12.25	17.5		18.25	19.25		20.25	V
		V _{IN} V _O V _{MAX}	(7.5 V 23)			(17.5 V 27)			(17.5 V 30)			V
ΔV _O	Line Regulation	I _L 500mA		3	50		1	120		1	150	mV
		ΔV _O		(7 V 25)		17.5	V 30		(17.5 V 30)			V
		0°C I _L -125°C			50			120			150	mV
		ΔV _O		(9 V 20)		(15 V 27)			(19.5 V 30)			V
		I _L 1A			50			120			150	mV
		ΔV _O		(7.5 V 20)		(17.5 V 27)			(17.7 V 30)			V
ΔV _O	Load Regulation	I _L 25°C, 5mA, I _S 1.5A		10	50		12	120		12	150	mV
		250mA, I _S 750mA			25			50			75	mV
		5mA, I _S 1A, 0°C, I _L -125°C			50			120			150	mV
I _S	Quiescent Current	I _L 1A, 0°C			9			9			9	mA
		0°C, I _L -125°C			9.5			9.5			9.5	mA
ΔI _S	Quiescent Current Change	5mA, I _S 1A			0.5			0.5			0.5	mA
		I _L 25°C, I _S 1A			1.0			1.0			1.0	mA
		V _{IN} V _O V _{MAX}			(7.5 V 23)			(17.5 V 27)			(17.5 V 30)	V
		I _L 500mA, 0°C, I _S -125°C			1.0			1.0			1.0	mA
V _{IN}	Output Noise Voltage	I _L 25°C, 10Hz, f 100kHz			75			75			75	μV
		V _{IN} 10V, V _O 5V, V _{MAX} 25V			19			25			29.5	V
ΔV _O /ΔV _{IN}	Reck Rejection	I _L 1A, I _S 25°C	82	90		55	72		57	70		dB
		f 120Hz, I _S 500mA	82			55			57			dB
		0°C, I _L -125°C										
V _{IN}	Dropout Voltage	I _L 25°C, I _S 1A		2.0			2.0			2.0		V
		f 1Hz		9			19			19		mV
		Static Output Current	I _L 25°C	2.1			1.5			1.2		A
V _{IN}	Peak Output Current	I _L 25°C	2.1			2.1			2.1		A	
		Average IC of V _{IN}	0°C, I _L -125°C, I _S 5mA	2.8			1.5			1.5		mV/°C
V _{IN}	Input Voltage Required to Maintain Line Regulation	I _L 25°C, I _S 1A		7.5			17.5			17.7		V

Note 1: Thermal resistance of the TO-3 package is 4°C/W; of the TO-220 package is 62°C/W; and of the TO-9 package is 100°C/W. The thermal resistance of the TO-220 package is 100°C/W for the TO-9 package and 62°C/W for the TO-3 package.

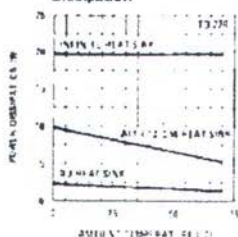
Note 2: All characteristics are measured with the input voltage at 25V and the output voltage at 5V. A characteristic is not measured if the input voltage is less than 25V or the output voltage is less than 5V. Output voltage is measured at the output of the regulator.

Typical Performance Characteristics

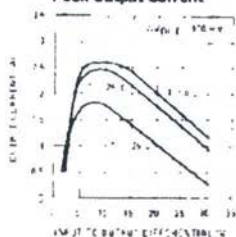
Maximum Average Power Dissipation



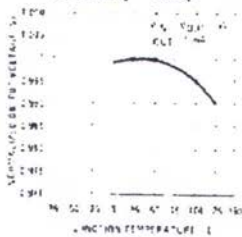
Maximum Average Power Dissipation



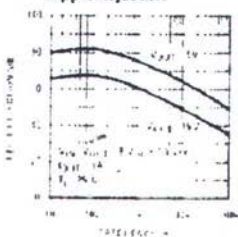
Peak Output Current



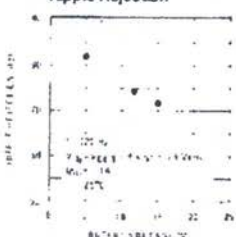
Output Voltage (Normalized to 1V at $T_J = 25^\circ\text{C}$)



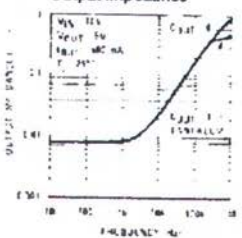
Ripple Rejection



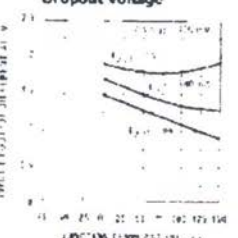
Ripple Rejection



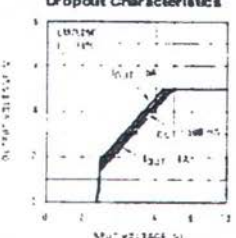
Output Impedance



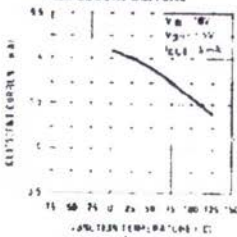
Dropout Voltage



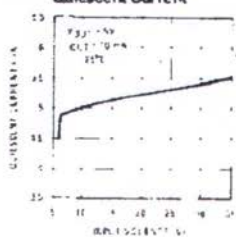
Dropout Characteristics



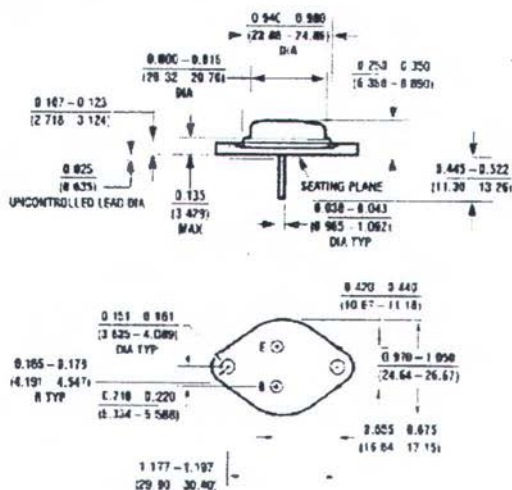
Quiescent Current



Quiescent Current

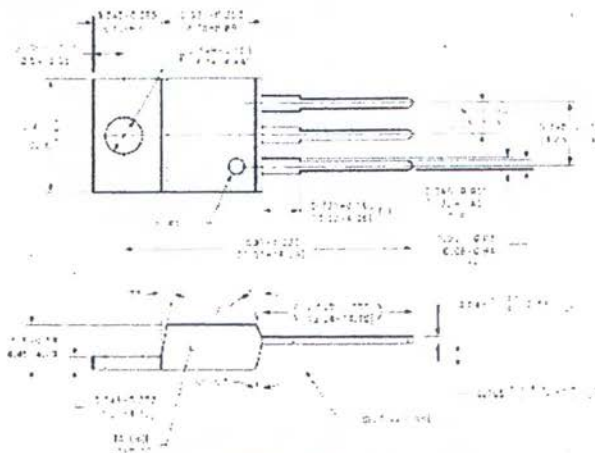


Physical Dimensions inches (millimeters)



Aluminum Metal Can Package (KC)
 Order Number LM7806CK, LM7812CK or LM7815CK
 NS Package Number KC02A

Physical Dimensions inches (millimeters) (Continued)



TO-220 Package (T)
Order Number LM7805CT, LM7812CT or LM7815CT
MS Package Number T03B

LIFE SUPPORT POLICY

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which: (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform, when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.



National Semiconductor
Corporate Office
1111 North First Street
Austin, TX 78701
Tel: 512/794-7000
Telex: 140999 N.S. 2515

National Semiconductor
Europe
Tel: 01-893 019 330 ext. 65
Telex: 314240 NSE 740 000
Germany: Tel: 089 330 30 33
France: Tel: 01-893 019 330 ext. 65
Japan: Tel: 03-5561-5500

National Semiconductor
Hong Kong Ltd.
157 Canton Street, Suite 301
Canton Centre, 5 Canton Road
Hong Kong
Tel: (852) 253-8860
Telex: 95571 N.S. 2515

National Semiconductor
Japan Ltd.
Tel: 03-5561-5500
Telex: 140999 N.S. 2515

ADC0801/ADC0802/ADC0803/ADC0804/ADC0805

8-Bit μ P Compatible A/D Converters

General Description

The ADC0801, ADC0802, ADC0803, ADC0804 and ADC0805 are CMOS 8-bit successive approximation A/D converters that use a differential potentiometric ladder—similar to the 256R products. These converters are designed to allow operation with the NSC800 and INS8080A derivative control bus with TRI-STATE output latches directly driving the data bus. These A/Ds appear like memory locations or I/O ports to the microprocessor and no interfacing logic is needed.

Differential analog voltage inputs allow increasing the common-mode rejection and offsetting the analog zero input voltage value. In addition, the voltage reference input can be adjusted to allow encoding any smaller analog voltage span to the full 8 bits of resolution.

Features

- Compatible with 8080 μ P derivatives—no interfacing logic needed - access time - 135 ns
- Easy interface to all microprocessors, or operates "stand alone"

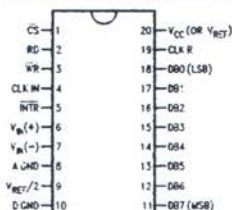
- Differential analog voltage inputs
- Logic inputs and outputs meet both MOS and TTL voltage level specifications
- Works with 2.5V (LM336) voltage reference
- On-chip clock generator
- 0V to 5V analog input voltage range with single 5V supply
- No zero adjust required
- 0.3" standard width 20-pin DIP package
- 20-pin molded chip carrier or small outline package
- Operates ratiometrically or with 5 V_{DC} , 2.5 V_{DC} , or analog span adjusted voltage reference

Key Specifications

- Resolution 8 bits
- Total error $\pm 1/4$ LSB, $\pm 1/2$ LSB and ± 1 LSB
- Conversion time 100 μ s

Connection Diagram

ADC080X
Dual-In-Line and Small Outline (SO) Packages



DS095671-30

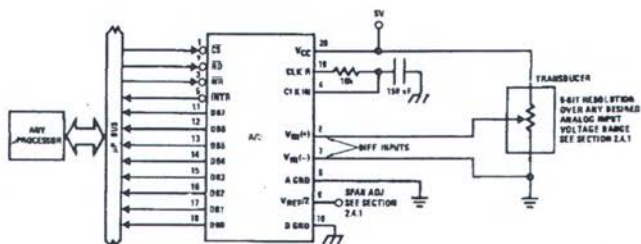
See Ordering Information

Ordering Information

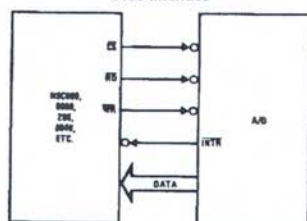
TEMP RANGE		0°C TO 70°C	0°C TO 70°C	-40°C TO +85°C
ERROR	± ¼ Bit Adjusted	ADC0802LCWM	ADC0804LCN	ADC0801LCN
	± ½ Bit Unadjusted			ADC0802LCN
	± ½ Bit Adjusted	ADC0803LCN		
	± 1Bit Unadjusted	ADC0805LCN/ADC0804LCJ		
PACKAGE OUTLINE		M20B — Small Outline	N20A — Molded DIP	

Z-80[®] is a registered trademark of Zilog Corp.

Typical Applications



8080 Interface



Error Specification (Includes Full-Scale, Zero Error, and Non-Linearity)

Part Number	Full-Scale Adjusted	$V_{REF}/2 = 2.500 V_{DC}$ (No Adjustments)	$V_{REF}/2 = \text{No Connection}$ (No Adjustments)
ADC0801	$\pm 1/4 \text{ LSB}$		
ADC0802		$\pm 1/2 \text{ LSB}$	
ADC0803	$\pm 1/2 \text{ LSB}$		
ADC0804		$\pm 1 \text{ LSB}$	
ADC0805			$\pm 1 \text{ LSB}$

Absolute Maximum Ratings (Notes 1, 2)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage (V_{CC}) (Note 3)	6.5V
Voltage	
Logic Control Inputs	-0.3V to +18V
At Other Input and Outputs	-0.3V to ($V_{CC}+0.3V$)
Lead Temp. (Soldering, 10 seconds)	
Dual-In-Line Package (plastic)	260°C
Dual-In-Line Package (ceramic)	300°C
Surface Mount Package	
Vapor Phase (60 seconds)	215°C

Infrared (15 seconds)
Storage Temperature Range
Package Dissipation at $T_A=25^\circ\text{C}$
ESD Susceptibility (Note 10)

220°C
-65°C to +150°C
875 mW
800V

Operating Ratings (Notes 1, 2)

Temperature Range	$T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$
ADC0804LCJ	-40°C to +85°C
ADC0801/02/03/05LCN	-40°C to +85°C
ADC0804LCN	0°C to +70°C
ADC0802/04LCWM	0°C to +70°C
Range of V_{CC}	4.5 V_{DC} to 6.3 V_{DC}

Electrical Characteristics

The following specifications apply for $V_{CC}=5 V_{DC}$, $T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$ and $f_{CLK}=640 \text{ kHz}$ unless otherwise specified.

Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
ADC0801: Total Adjusted Error (Note 8)	With Full-Scale Adj. (See Section 2.5.2)			$\pm 1/4$	LSB
ADC0802: Total Unadjusted Error (Note 8)	$V_{REF}/2 = 2.500 V_{DC}$			$\pm 1/2$	LSB
ADC0803: Total Adjusted Error (Note 8)	With Full-Scale Adj. (See Section 2.5.2)			$\pm 1/2$	LSB
ADC0804: Total Unadjusted Error (Note 8)	$V_{REF}/2 = 2.500 V_{DC}$			± 1	LSB
ADC0805: Total Unadjusted Error (Note 8)	$V_{REF}/2$ -No Connection			± 1	LSB
$V_{REF}/2$ Input Resistance (Pin 9)	ADC0801/02/03/05 ADC0804 (Note 9)	2.5 0.75	8.0 1.1		k Ω k Ω
Analog Input Voltage Range	(Note 4) $V(+)$ or $V(-)$	Gnd-0.05		$V_{CC}+0.05$	V_{DC}
DC Common-Mode Error	Over Analog Input Voltage Range		$\pm 1/16$	$\pm 1/4$	LSB
Power Supply Sensitivity	$V_{CC}=5 V_{DC} \pm 10\%$ Over Allowed $V_{IN}(+)$ and $V_{IN}(-)$ Voltage Range (Note 4)		$\pm 1/16$	$\pm 1/4$	LSB

AC Electrical Characteristics

The following specifications apply for $V_{CC}=5 V_{DC}$ and $T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$ unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
T_C	Conversion Time	$f_{CLK}=640 \text{ kHz}$ (Note 6)	103		114	μs
T_C	Conversion Time	(Notes 5, 6)	66		73	$1/f_{CLK}$
f_{CLK}	Clock Frequency	$V_{CC}=5V$, (Note 5)	100	640	1460	kHz
	Clock Duty Cycle		40		60	%
CR	Conversion Rate in Free-Running Mode	INTR tied to WR with $\overline{CS}=0 V_{DC}$, $f_{CLK}=640 \text{ kHz}$	8770		9708	conv/s
t_{WTRL}	Width of WR Input (Start Pulse Width)	$\overline{CS}=0 V_{DC}$ (Note 7)	100			ns
t_{ACC}	Access Time (Delay from Falling Edge of RD to Output Data Valid)	$C_L=100 \text{ pF}$		135	200	ns
t_{TH}, t_{OH}	TRI-STATE Control (Delay from Rising Edge of RD to Hi-Z State)	$C_L=10 \text{ pF}$, $R_L=10k$ (See TRI-STATE Test Circuits)		125	200	ns
t_{WL}, t_{RL}	Delay from Falling Edge of WR or RD to Reset of INTR			500	450	ns
C_{IN}	Input Capacitance of Logic Control Inputs			5	7.5	pF

AC Electrical Characteristics (Continued)

The following specifications apply for $V_{CC}=5 V_{DC}$ and $T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$ unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
C_{OUT}	TRI-STATE Output Capacitance (Data Buffers)			5	7.5	pF
CONTROL INPUTS [Note: CLK IN (Pin 4) is the input of a Schmitt trigger circuit and is therefore specified separately]						
$V_{IN}(1)$	Logical "1" Input Voltage (Except Pin 4 CLK IN)	$V_{CC}=5.25 V_{DC}$	2.0		15	V_{DC}
$V_{IN}(0)$	Logical "0" Input Voltage (Except Pin 4 CLK IN)	$V_{CC}=4.75 V_{DC}$			0.8	V_{DC}
$I_{IN}(1)$	Logical "1" Input Current (All Inputs)	$V_{IN}=5 V_{DC}$		0.005	1	μA_{DC}
$I_{IN}(0)$	Logical "0" Input Current (All Inputs)	$V_{IN}=0 V_{DC}$	-1	-0.005		μA_{DC}
CLOCK IN AND CLOCK R						
V_{T+}	CLK IN (Pin 4) Positive Going Threshold Voltage		2.7	3.1	3.5	V_{DC}
V_{T-}	CLK IN (Pin 4) Negative Going Threshold Voltage		1.5	1.8	2.1	V_{DC}
V_H	CLK IN (Pin 4) Hysteresis (V_{T+})-(V _{T-})		0.6	1.3	2.0	V_{DC}
$V_{OUT}(0)$	Logical "0" CLK R Output Voltage	$I_O=360 \mu A$ $V_{CC}=4.75 V_{DC}$			0.4	V_{DC}
$V_{OUT}(1)$	Logical "1" CLK R Output Voltage	$I_O=-360 \mu A$ $V_{CC}=4.75 V_{DC}$	2.4			V_{DC}
DATA OUTPUTS AND INTR						
$V_{OUT}(0)$	Logical "0" Output Voltage Data Outputs INTR Output	$I_{OUT}=1.6 mA$, $V_{CC}=4.75 V_{DC}$ $I_{OUT}=1.0 mA$, $V_{CC}=4.75 V_{DC}$			0.4 0.4	V_{DC} V_{DC}
$V_{OUT}(1)$	Logical "1" Output Voltage	$I_O=-360 \mu A$, $V_{CC}=4.75 V_{DC}$	2.4			V_{DC}
$V_{OUT}(1)$	Logical "1" Output Voltage	$I_O=-10 \mu A$, $V_{CC}=4.75 V_{DC}$	4.5			V_{DC}
I_{OUT}	TRI-STATE Disabled Output Leakage (All Data Buffers)	$V_{OUT}=0 V_{DC}$ $V_{OUT}=5 V_{DC}$	-3		3	μA_{DC} μA_{DC}
I_{SOURCE}		V_{OUT} Short to Gnd, $T_A=25^\circ C$	4.5	6		mA_{DC}
I_{SINK}		V_{OUT} Short to V_{CC} , $T_A=25^\circ C$	9.0	16		mA_{DC}
POWER SUPPLY						
I_{CC}	Supply Current (Includes Ladder Current)	$f_{CLK}=640 kHz$, $V_{REF}/2=NC$, $T_A=25^\circ C$ and $\overline{CS}=5V$.				
	ADC0801/02/03/04/05			1.1	1.8	mA
	ADC0804/05			1.9	2.5	mA

Note 1: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. DC and AC electrical specifications do not apply when operating the device beyond its specified operating conditions.

Note 2: All voltages are measured with respect to Gnd, unless otherwise specified. The separate A Gnd must always be wired to the D Gnd.

Note 3: A zener diode exists internally from V_{CC} to Gnd and has a typical breakdown voltage of 7 V_{DC} .

Note 4: For $V_{IN}(1) \geq V_{IN}(0)$ the digital output code will be 0000 0000. Two on-chip diodes are tied to each analog input (see block diagram) which will forward conduct for analog input voltages one diode drop below ground or one diode drop greater than the V_{CC} supply. Be careful, during testing at low V_{CC} levels (4.5V), as high level analog inputs (5V) can cause this input diode to conduct—especially at elevated temperatures, and cause errors for analog inputs near full-scale. The spec allows 50 mV forward bias of either diode. This means that as long as the analog V_{IN} does not exceed the supply voltage by more than 50 mV, the output code will be correct. To achieve an absolute 0 V_{DC} to 5 V_{DC} input voltage range, will therefore require a minimum supply voltage of 4.950 V_{DC} over temperature variations, initial tolerance and loading.

Note 5: Accuracy is guaranteed at $f_{CLK} = 640 kHz$. At higher clock frequencies accuracy can degrade. For lower clock frequencies, the duty cycle limits can be extended so long as the minimum clock high time interval or minimum clock low time interval is no less than 275 ns.

Note 6: With an asynchronous start pulse, up to 8 clock periods may be required before the internal clock phases are proper to start the conversion process. The start request is internally latched—see Figure 4 and section 2.0.



AC Electrical Characteristics (Continued)

Note 7: The $\overline{CS}$ input is assumed to bracket the $\overline{WR}$ strobe input and therefore timing is dependent on the $\overline{WR}$ pulse width. An arbitrarily wide pulse width will hold the converter in a reset mode and the start of conversion is initiated by the low to high transition of the $\overline{WR}$ pulse (see timing diagrams).

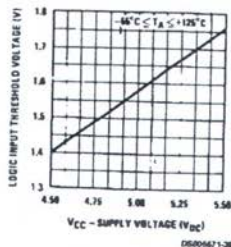
Note 8: None of these A/Ds requires a zero adjust (see section 2.5.1). To obtain zero code at other analog input voltages see section 2.5 and Figure 7.

Note 9: The $V_{REF}/2$ pin is the center point of a two-resistor divider connected from V_{CC} to ground. In all versions of the ADC0801, ADC0802, ADC0803, and ADC0805, and in the ADC0804LCJ, each resistor is typically 16 k Ω . In all versions of the ADC0804 except the ADC0804LCJ, each resistor is typically 2.2 k Ω .

Note 10: Human body model, 100 pF discharged through a 1.5 k Ω resistor.

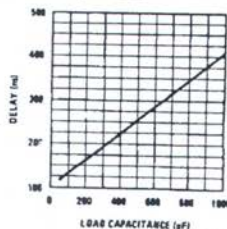
Typical Performance Characteristics

Logic Input Threshold Voltage vs. Supply Voltage



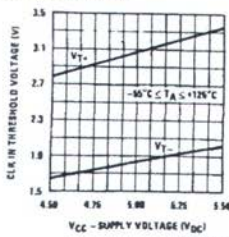
DS090671-20

Delay From Falling Edge of RD to Output Data Valid vs. Load Capacitance



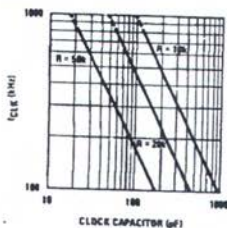
DS090671-30

CLK IN Schmitt Trip Levels vs. Supply Voltage



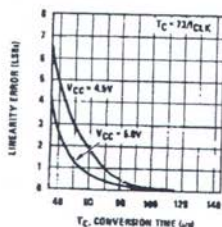
DS090671-40

f_{CLK} vs. Clock Capacitor



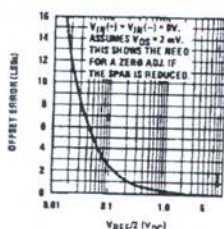
DS090671-41

Full-Scale Error vs Conversion Time



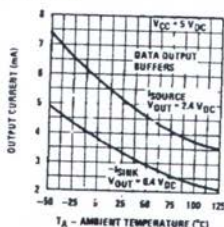
DS090671-42

Effect of Unadjusted Offset Error vs. V_{REF/2} Voltage



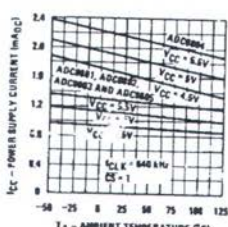
DS090671-43

Output Current vs Temperature



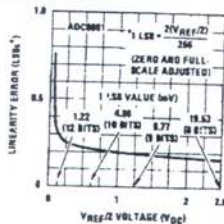
DS090671-44

Power Supply Current vs Temperature (Note 9)



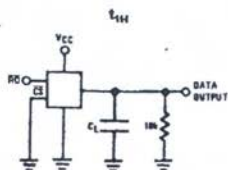
DS090671-45

Linearity Error at Low V_{REF/2} Voltages



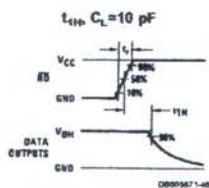
DS090671-46

TRI-STATE Test Circuits and Waveforms

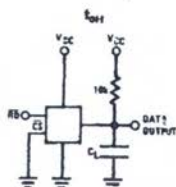


DC009671-47

$t_1 = 20 \text{ ns}$

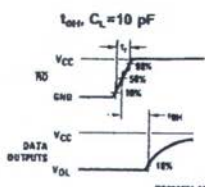


DC009671-48



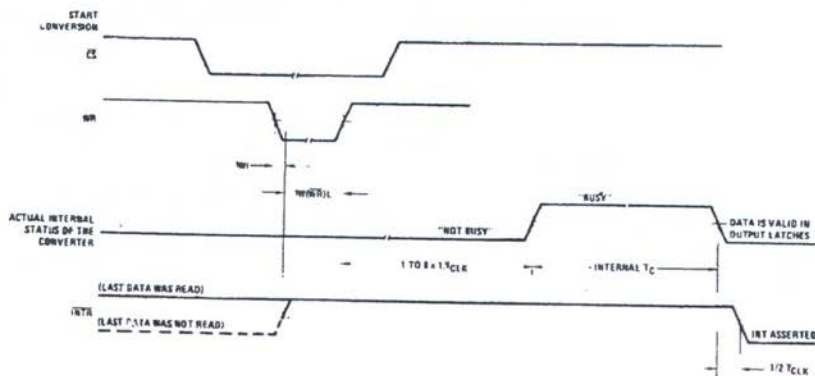
DC009671-49

$t_2 = 20 \text{ ns}$



DC009671-50

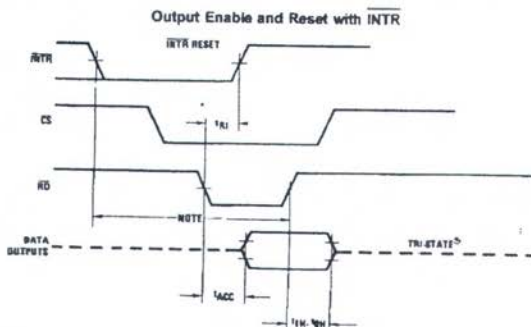
Timing Diagrams (All timing is measured from the 50% voltage points)



DC009671-51

Timing Diagrams

(All timing is measured from the 50% voltage points) (Continued)

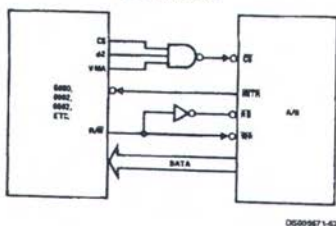


DS095671-62

Note: Read strobe must occur 8 clock periods ($8t_{CLK}$) after assertion of interrupt to guarantee reset of **INTR**.

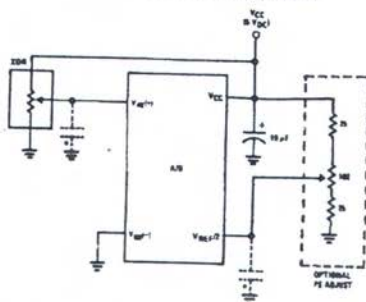
Typical Applications

6800 Interface



DS095671-63

Ratiometric with Full-Scale Adjust

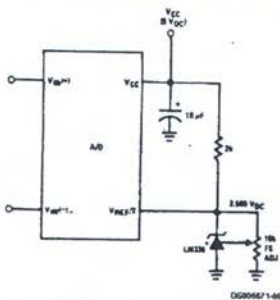


DS095671-64

Note: before using caps at V_{IN} or $V_{REF}/2$, see section 2.3.2 input Bypass Capacitors.

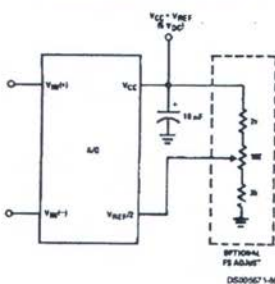
Typical Applications (Continued)

Absolute with a 2.500V Reference

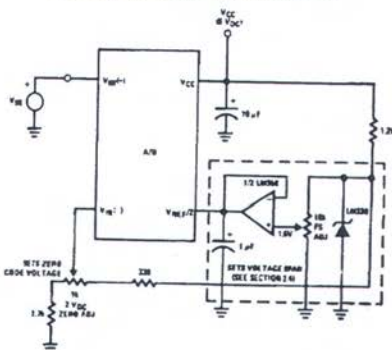


*For low power, see also LM385-2.5

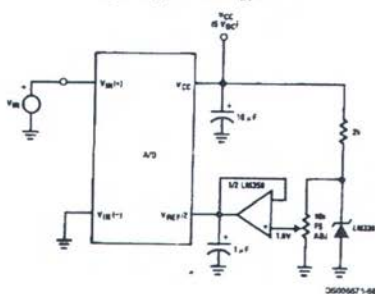
Absolute with a 5V Reference



Zero-Shift and Span Adjust: $2V \leq V_{REF} \leq 5V$

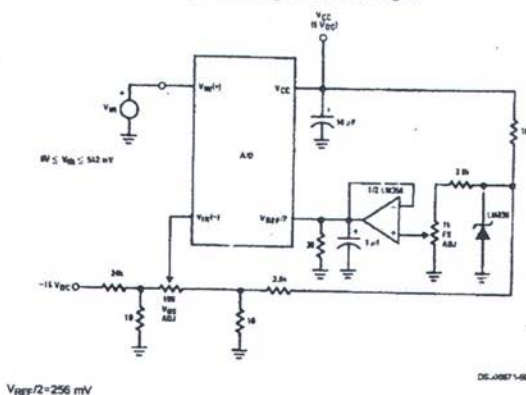


Span Adjust: $0V \leq V_{REF} \leq 3V$

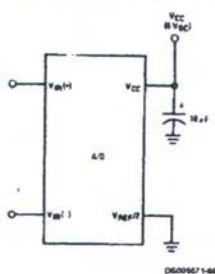


Typical Applications (Continued)

Directly Converting a Low-Level Signal

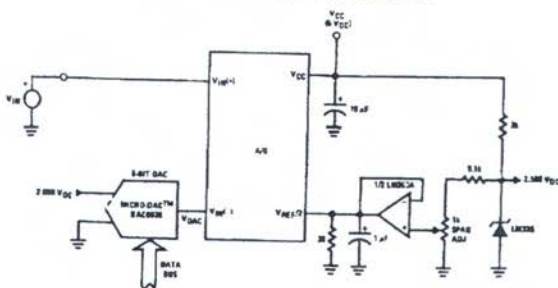


A μ P Interfaced Comparator



For:
 $V_{in}(+) > V_{in}(-)$
 Output = FF_{HEX}
 For:
 $V_{in}(+) < V_{in}(-)$
 Output = 00_{HEX}

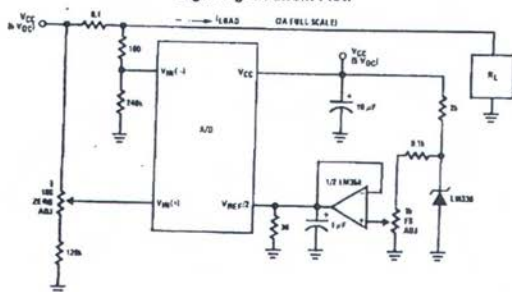
1 mV Resolution with μ P Controlled Range



$V_{REF}/2 = 128 \text{ mV}$
 $1 \text{ LSB} = 1 \text{ mV}$
 $V_{DAC} \leq V_{IN} \leq (V_{DAC} + 256 \text{ mV})$
 $0 \leq V_{DAC} < 2.5 \text{ V}$

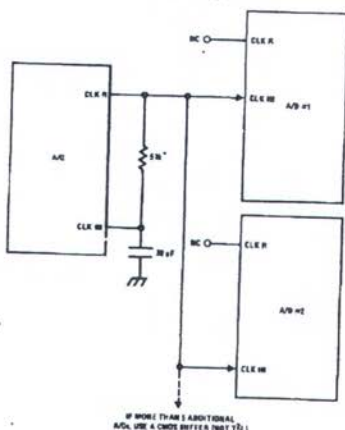
Typical Applications (Continued)

Digitizing a Current Flow



DS009571-42

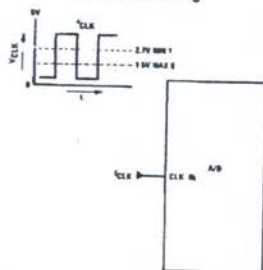
Self-Clocking Multiple A/Ds



IF MORE THAN 1 ADDITIONAL
A/Ds, USE A CMOS BUFFER (NOT 74LS)

DS009571-43

External Clocking



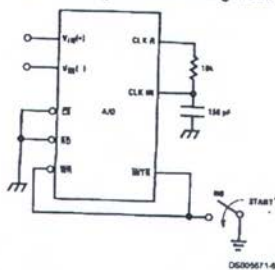
100 kHz ≤ CLK ≤ 1460 kHz

DS009571-44

* Use a large R value
to reduce loading
at CLK R output.

Typical Applications (Continued)

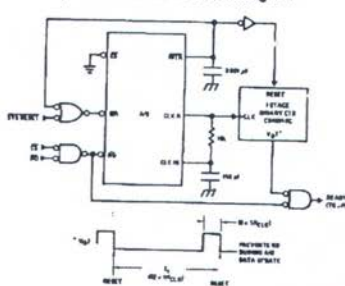
Self-Clocking in Free-Running Mode



DISCLOSURE 9-005

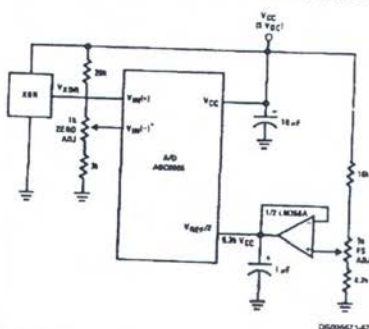
*After power-up, a momentary grounding of the $\overline{\text{WR}}$ input is needed to guarantee operation.

μ P Interface for Free-Running A/D



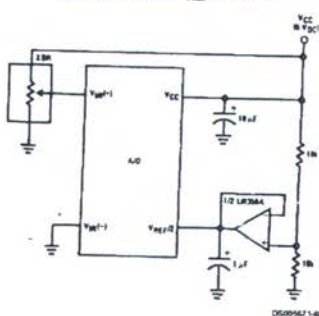
CR0000457 1-495

Operating with "Automotive" Ratiometric Transducers



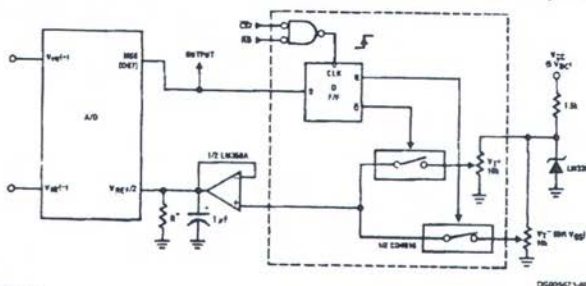
CHRYSLER 9-87

$V_{IN(-)} = 0.15 V_{CC}$
 $15\% \text{ of } V_{CC} \leq V_{XDR} \leq 85\% \text{ of } V_{CC}$

Ratiometric with $V_{REF}/2$ Forced

DISCUSS 1-68

µP Compatible Differential-Input Comparator with Pre-Set V_{OS} (with or without Hysteresis)

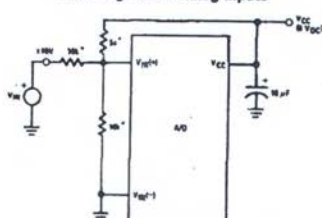


DEBENT 3-400

*See Figure 5 to select R₁ value
 DB7="1" for $V_{IN(+)} > V_{IN(-)} + (V_{REF}/2)$
 Omit circuitry within the dotted area if
 hysteresis is not needed

Typical Applications (Continued)

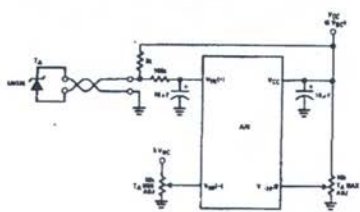
Handling $\pm 10V$ Analog Inputs



*Beckman Instruments #094-3-R10K resistor array

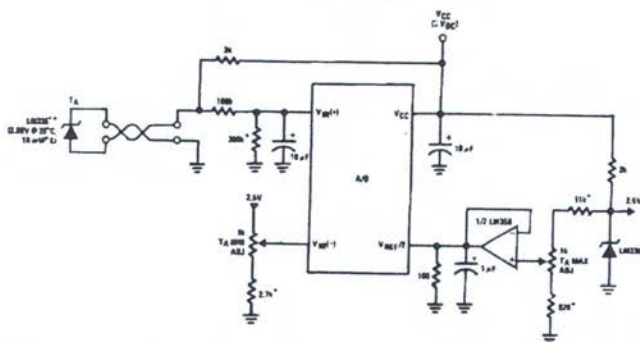
DS09567-1-70

Low-Cost, μP Interfaced, Temperature-to-Digital Converter



DS09567-1-71

μP Interfaced Temperature-to-Digital Converter



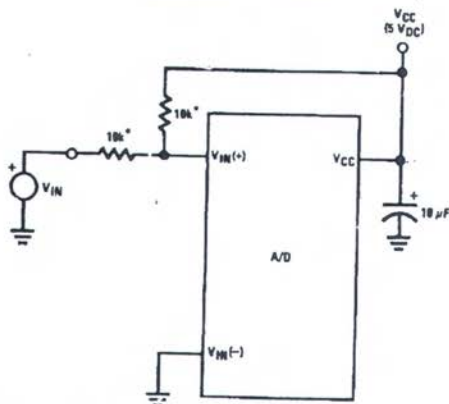
DS09567-1-72

*Circuit values shown are for $0^\circ C \leq T_A \leq +125^\circ C$

***Can calibrate each sensor to allow easy replacement, then A/D can be calibrated with a pre-set input voltage.

Typical Applications (Continued)

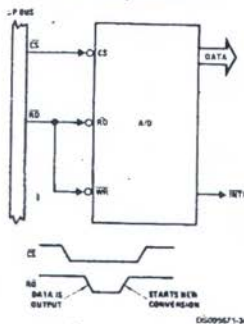
Handling $\pm 5V$ Analog Inputs



DS095671-30

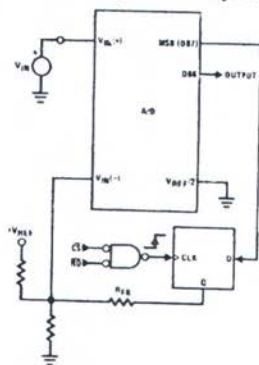
*Beckman Instruments #694 3-R10K resistor array

Read-Only Interface



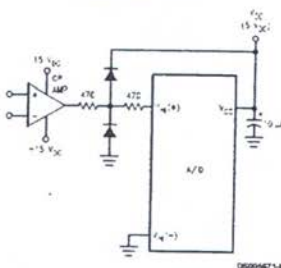
DS095671-34

μP Interfaced Comparator with Hysteresis



DS095671-36

Protecting the Input

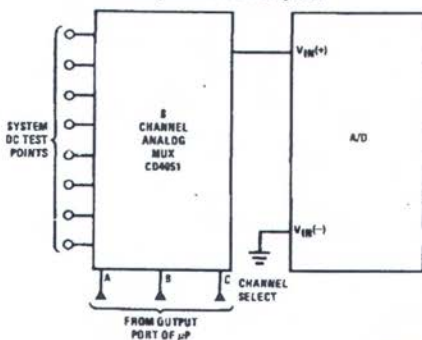


DS095671-8

Diodes are 1N914

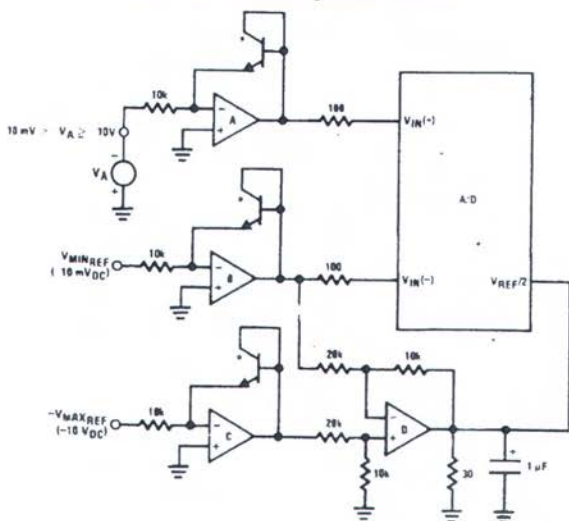
Typical Applications (Continued)

Analog Self-Test for a System



DS305671-36

A Low-Cost, 3-Decade Logarithmic Converter



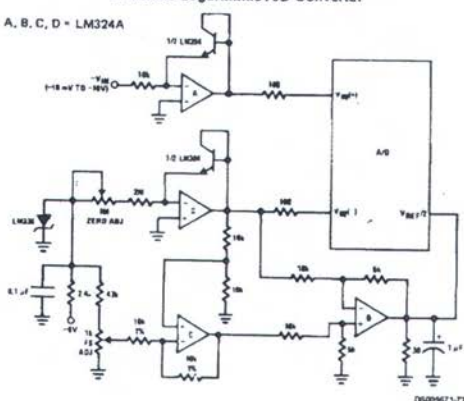
DS005671-37

*LM389 transistors

A, B, C, D = LM324A quad op. amp.

ADC0801/ADC0802/ADC0803/ADC0804/ADC0805

A, B, C, D = LM324A



DISCOUNT 9.75%

DESMETZ, B.

Uses Chebyshev implementation for steeper roll-off unity-gain, 2nd order low-pass filter

Adding a separate filter for each channel increases system response time if an analog multiplexer is used.

EXPERIMENT 5.20

DISCOUNT 4.0

*AD output data is updated 1 CLK period prior to assertion of $\overline{\text{INT}_2}$.

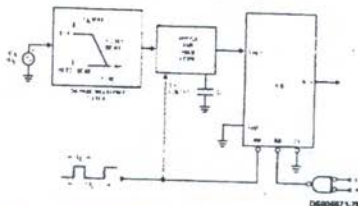
The diagram shows a control system with a reference input R entering a summing junction. The output of the summing junction goes to a controller block labeled K . The output of the controller goes to a plant block labeled $1/(s+1)$. The output of the plant is Y , which is fed back to the summing junction. There is also a direct path from the reference input R to the output Y through a gain of 1.

D6-4024.7

*Allow output data to set-up at falling edge of $\overline{CS}$

Typical Applications (Continued)

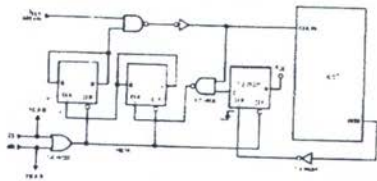
Sampling an AC Input Signal



Note 11: Oversample whenever possible (keep $f_s > 2(f_{in} + 60)$) to eliminate input frequency folding (aliasing) and to allow for the skirt response of the filter.

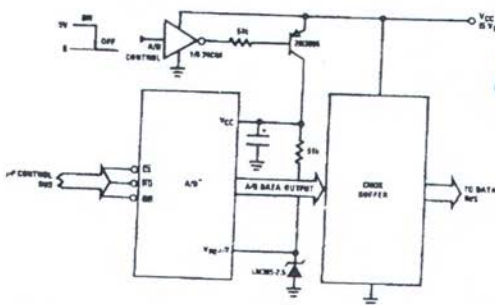
Note 12: Consider the amplitude errors which are introduced within the passband of the filter.

70% Power Savings by Clock Gating



(Complete shutdown takes ~ 30 seconds.)

Power Savings by A/D and V_{REF} Shutdown



*Use ADC0801, 02, 03 or 05 for lowest power consumption.

Note: Logic inputs can be driven to V_{CC} with A/D supply, if zero volts.

Buffer prevents data bus from overdriving output of A/D when in shutdown mode.

Functional Description

1.0 UNDERSTANDING A/D ERROR SPECS

A perfect A/D transfer characteristic (staircase waveform) is shown in Figure 1. The horizontal scale is analog input voltage and the particular points labeled are in steps of 1 LSB (19.53 mV with 2.5V tied to the V_{REF} pin). The digital output codes that correspond to these inputs are shown as

D-1, D, and D+1. For the perfect A/D, not only will center-value (A-1, A, A+1, ...) analog inputs produce the correct output digital codes, but also each riser (the transitions between adjacent output codes) will be located $\pm 1/2$ LSB away from each center-value. As shown, the risers are ideal and have no width. Correct digital output codes will be provided for a range of analog input voltages that extend



Functional Description (Continued)

$\pm 1/2$ LSB from the ideal center-values. Each treed (the range of analog input voltage that provides the same digital output code) is therefore 1 LSB wide.

Figure 2 shows a worst case error plot for the ADC0801. All center-valued inputs are guaranteed to produce the correct output codes and the adjacent risers are guaranteed to be no closer to the center-value points than $\pm 1/4$ LSB. In other words, if we apply an analog input equal to the center-value $\pm 1/4$ LSB, we guarantee that the A/D will produce the correct digital code. The maximum range of the position of the code transition is indicated by the horizontal arrow and it is guaranteed to be no more than $1/2$ LSB.

The error curve of Figure 3 shows a worst case error plot for the ADC0802. Here we guarantee that if we apply an analog input equal to the LSB analog voltage center-value the A/D will produce the correct digital code.

Next to each transfer function is shown the corresponding error plot. Many people may be more familiar with error plots than transfer functions. The analog input voltage to the A/D is provided by either a linear ramp or by the discrete output steps of a high resolution DAC. Notice that the error is continuously displayed and includes the quantization uncertainty of the A/D. For example the error at point 1 of Figure 1 is $+1/2$ LSB because the digital code appeared $1/2$ LSB in advance of the center-value of the treed. The error plots always have a constant negative slope and the abrupt up-side steps are always 1 LSB in magnitude.

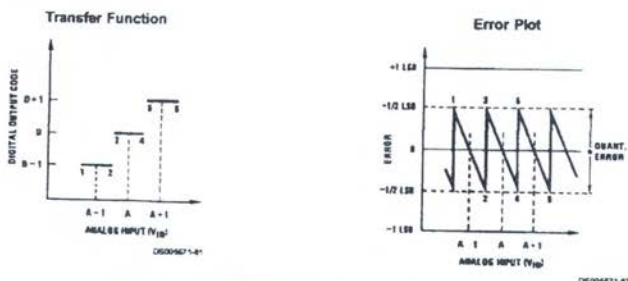


FIGURE 1. Clarifying the Error Specs of an A/D Converter
Accuracy = ± 0.5 LSB: A Perfect A/D

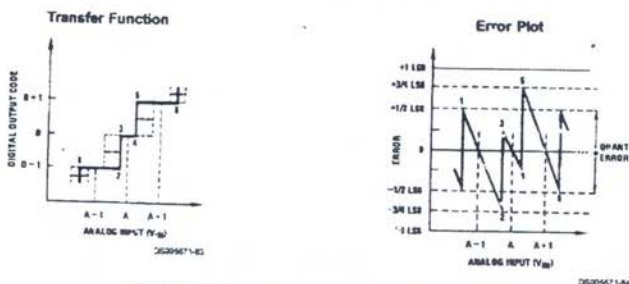


FIGURE 2. Clarifying the Error Specs of an A/D Converter
Accuracy = ± 0.25 LSB

Functional Description (Continued)

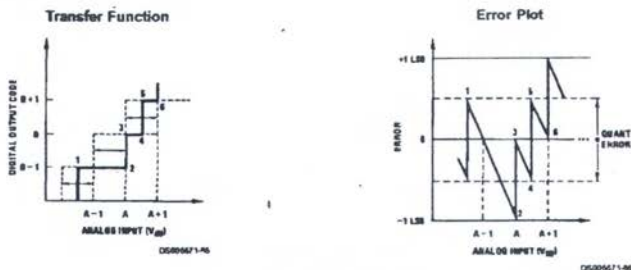


FIGURE 3. Clarifying the Error Specs of an A/D Converter
Accuracy = $\pm 1/2$ LSB

2.0 FUNCTIONAL DESCRIPTION

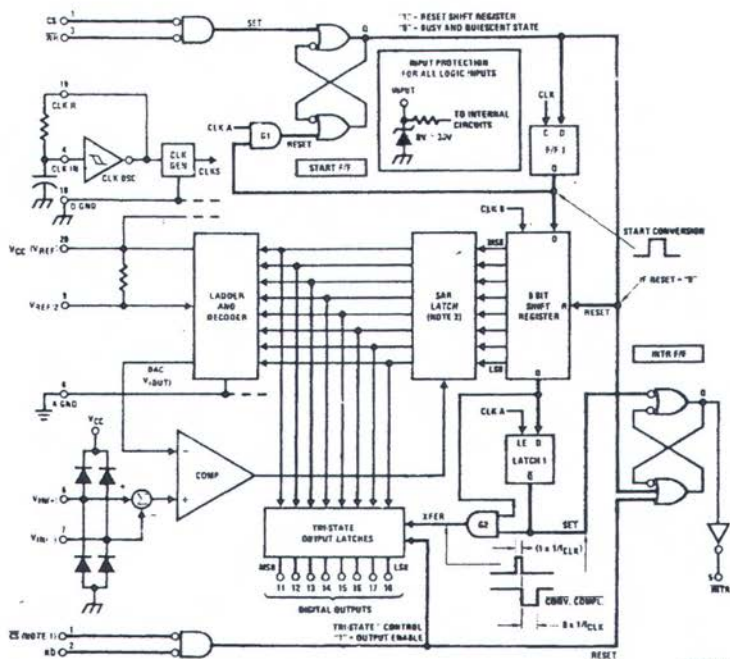
The ADC0801 series contains a circuit equivalent of the 256R network. Analog switches are sequenced by successive approximation logic to match the analog difference input voltage $[V_{IN}(+) - V_{IN}(-)]$ to a corresponding tap on the R network. The most significant bit is tested first and after 8 comparisons (64 clock cycles) a digital 8-bit binary code (1111 1111 = full-scale) is transferred to an output latch and then an interrupt is asserted ($\overline{\text{INTR}}$ makes a high-to-low transition). A conversion in process can be interrupted by issuing a second start command. The device may be operated in the free-running mode by connecting $\overline{\text{INTR}}$ to the $\overline{\text{WR}}$ input with $\overline{\text{CS}} = 0$. To ensure start-up under all possible conditions, an external $\overline{\text{WR}}$ pulse is required during the first power-up cycle.

On the high-to-low transition of the $\overline{\text{WR}}$ input the internal SAR latches and the shift register stages are reset. As long as the $\overline{\text{CS}}$ input and $\overline{\text{WR}}$ input remain low, the A/D will remain in a reset state. Conversion will start from 1 to 8 clock periods after at least one of these inputs makes a low-to-high transition.

A functional diagram of the A/D converter is shown in Figure 4. All of the package pinouts are shown and the major logic control paths are drawn in heavier weight lines.

The converter is started by having $\overline{\text{CS}}$ and $\overline{\text{WR}}$ simultaneously low. This sets the start flip-flop (F/F) and the resulting "1" level resets the 8-bit shift register, resets the Interrupt ($\overline{\text{INTR}}$) F/F and inputs a "1" to the D flip, F/F-1, which is at the input end of the 8-bit shift register. Internal clock signals then transfer this "1" to the Q output of F/F-1. The AND gate, G1, combines this "1" output with a clock signal to provide a reset signal to the start F/F. If the set signal is no longer present (either $\overline{\text{WR}}$ or $\overline{\text{CS}}$ is a "1") the start F/F is reset and the 8-bit shift register then can have the "1" clocked in, which starts the conversion process. If the set signal were to still be present, this reset pulse would have no effect (both outputs of the start F/F would momentarily be at a "1" level) and the 8-bit shift register would continue to be held in the reset mode. This logic therefore allows for wide $\overline{\text{CS}}$ and $\overline{\text{WR}}$ signals and the converter will start after at least one of these signals returns high and the internal clocks again provide a reset signal for the start F/F.

Functional Description (Continued)



Note 13: $\overline{CS}$ shown twice for clarity.

Note 14: SAR = Successive Approximation Register.

FIGURE 4. Block Diagram

After the "1" is docked through the 8-bit shift register (which completes the SAR search) it appears as the input to the D-type latch, LATCH 1. As soon as this "1" is output from the shift register, the AND gate, G2, causes the new digital word to transfer to the TRI-STATE output latches. When LATCH 1 is subsequently enabled, the Q output makes a high-to-low transition which causes the INTR F/F to set. An inverting buffer then supplies the INTR input signal.

Note that this SET control of the INTR F/F remains low for 8 of the external clock periods (as the internal clocks run at $1/4$ of the frequency of the external clock). If the data output is continuously enabled ($\overline{CS}$ and $\overline{RD}$ both held low), the INTR output will still signal the end of conversion (by a high-to-low transition), because the SET input can control the Q output of the INTR F/F even though the RESET input is constantly at a "1" level in this operating mode. This INTR output will therefore stay low for the duration of the SET signal, which is 8 periods of the external clock frequency (assuming the A/D is not started during this interval).

When operating in the free-running or continuous conversion mode (INTR pin tied to $\overline{WR}$ and $\overline{CS}$ wired low—see also section 2.8), the START F/F is SET by the high-to-low transition of the INTR signal. This resets the SHIFT REGISTER

which causes the input to the D-type latch, LATCH 1, to go low. As the latch enable input is still present, the Q output will go high, which then allows the INTR F/F to be RESET. This reduces the width of the resulting INTR output pulse to only a few propagation delays (approximately 300 ns).

When data is to be read, the combination of both $\overline{CS}$ and $\overline{RD}$ being low will cause the INTR F/F to be reset and the TRI-STATE output latches will be enabled to provide the 8-bit digital outputs.

2.1 Digital Control Inputs

The digital control inputs ($\overline{CS}$, $\overline{RD}$, and $\overline{WR}$) are not standard TTL logic voltage levels. These signals have been renamed when compared to the standard A/D Start and Output Enable labels. In addition, these inputs are active low to allow an easy interface to microprocessor control busses. For non-microprocessor based applications, the $\overline{CS}$ input (pin 1) can be grounded and the standard A/D Start function is obtained by an active low pulse applied at the $\overline{WR}$ input (pin 3) and the Output Enable function is caused by an active low pulse at the $\overline{RD}$ input (pin 2).

Functional Description (Continued)

2.2 Analog Differential Voltage Inputs and Common-Mode Rejection

This A/D has additional applications flexibility due to the analog differential voltage input. The $V_{REF}(-)$ input (pin 7) can be used to automatically subtract a fixed voltage value from the input reading (tare correction). This is also useful in 4 mA–20 mA current loop conversion. In addition, common-mode noise can be reduced by use of the differential input.

The time interval between sampling $V_{IN}(+)$ and $V_{IN}(-)$ is $4\frac{1}{2}$ clock periods. The maximum error voltage due to this slight time difference between the input voltage samples is given by:

$$\Delta V_e(\text{MAX}) = (V_P)(2\pi f_{CM}) \left(\frac{4.5}{f_{CLK}} \right)$$

where:

ΔV_e is the error voltage due to sampling delay

V_P is the peak value of the common-mode voltage

f_{CM} is the common-mode frequency

As an example, to keep this error to $\frac{1}{4}$ LSB (~ 5 mV) when operating with a 60 Hz common-mode frequency, f_{CM} , and using a 640 kHz A/D clock, f_{CLK} , would allow a peak value of the common-mode voltage, V_P , which is given by:

$$V_P = \frac{(\Delta V_e(\text{MAX}))(f_{CLK})}{(2\pi f_{CM})(4.5)}$$

or

$$V_P = \frac{(5 \times 10^{-3})(640 \times 10^3)}{(6.28)(60)(4.5)}$$

which gives

$$V_P = 1.9V$$

The allowed range of analog input voltages usually places more severe restrictions on input common-mode noise levels.

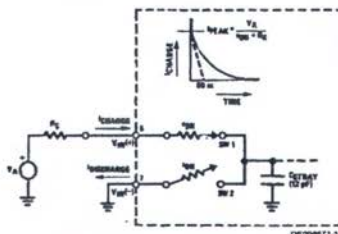
An analog input voltage with a reduced span and a relatively large zero offset can be handled easily by making use of the differential input (see section 2.4 Reference Voltage).

2.3 Analog Inputs

2.3.1 Input Current

Normal Mode

Due to the internal switching action, displacement currents will flow at the analog inputs. This is due to on-chip stray capacitance to ground as shown in Figure 5.



f_{CLK} of SW 1 and SW 2 = 5 kHz
 $f_{CLK} C_{STRAY} = 5 \text{ kHz} \times 12 \text{ pF} = 60 \text{ ns}$

FIGURE 5. Analog Input Impedance

The voltage on this capacitance is switched and will result in currents entering the $V_{IN}(+)$ input pin and leaving the $V_{IN}(-)$ input which will depend on the analog differential input voltage levels. These current transients occur at the leading edge of the internal clocks. They rapidly decay and do not cause errors as the on-chip comparator is strobed at the end of the clock period.

Fault Mode

If the voltage source applied to the $V_{IN}(+)$ or $V_{IN}(-)$ pin exceeds the allowed operating range of $V_{CC}+50$ mV, large input currents can flow through a parasitic diode to the V_{CC} pin. If these currents can exceed the 1 mA max allowed spec, an external diode (1N914) should be added to bypass this current to the V_{CC} pin (with the current bypassed with this diode, the voltage at the $V_{IN}(+)$ pin can exceed the V_{CC} voltage by the forward voltage of this diode).

2.3.2 Input Bypass Capacitors

Bypass capacitors at the inputs will average these charges and cause a DC current to flow through the output resistances of the analog signal sources. This charge pumping action is worse for continuous conversions with the $V_{IN}(+)$ input voltage at full-scale. For continuous conversions with a 640 kHz clock frequency with the $V_{IN}(+)$ input at 5V, this DC current is at a maximum of approximately 5 μ A. Therefore, bypass capacitors should not be used at the analog inputs or the $V_{REF}/2$ pin for high resistance sources ($> 1 \text{ k}\Omega$). If input bypass capacitors are necessary for noise filtering and high source resistance is desirable to minimize capacitor size, the detrimental effects of the voltage drop across this input resistance, which is due to the average value of the input current, can be eliminated with a full-scale adjustment while the given source resistor and input bypass capacitor are both in place. This is possible because the average value of the input current is a precise linear function of the differential input voltage.

2.3.3 Input Source Resistance

Large values of source resistance where an input bypass capacitor is not used, will not cause errors as the input currents settle out prior to the comparison time. If a low pass filter is required in the system, use a low valued series resistor ($\leq 1 \text{ k}\Omega$) for a passive RC section or add an op amp RC active low pass filter. For low source resistance applications, ($\leq 1 \text{ k}\Omega$), a 0.1 μ F bypass capacitor at the inputs will prevent noise pickup due to series lead inductance of a long

Notes

ADC0801/ADC0802/ADC0803/ADC0804/ADC0805 8-Bit μ P Compatible A/D Converters

LIFE SUPPORT POLICY

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT AND GENERAL COUNSEL OF NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.



National Semiconductor
Corporation
Americas
Email: support@nsc.com

National Semiconductor
Europe

Fax: +49 (0) 180-030 85 86
Email: europe.support@nsc.com
Deutsch: Tel: +49 (0) 69 9508 5208
English: Tel: +44 (0) 870 24 0 2171
Français: Tel: +33 (0) 1 41 91 8790

National Semiconductor
Asia Pacific Customer

Response Group
Tel: 65-254-4966
Fax: 65-250-4566
Email: ap.support@nsc.com

National Semiconductor
Japan Ltd.

Tel: 81-3-5639-7550
Fax: 81-3-5639-7507

www.national.com

National does not assume any responsibility for use of any circuitry described, no circuit patent licenses are implied and National reserves the right at any time without notice to change said circuitry and specifications.