

ALAT UKUR TAHANAN TANAH DIGITAL

TUGAS AKHIR



Oleh :

NAMA : JONGKER PETRUS TALAHATU

NRP : 5103095039

N.I.R.M : 95.7.003.31073.51906

No. INDIK	0494 / 02
TGL TERBIT	8 Feb '02
B. F. I.	FIE
No. INDIK	FT-e Tal 0-1
P. KE	1 (SATU)

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA
SURABAYA
2001**

ALAT UKUR TAHANAN TANAH DIGITAL

TUGAS AKHIR

**DIAJUKAN KEPADA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA**



**UNTUK MEMENUHI SEBAGIAN PERSYARATAN
MEMPEROLEH GELAR SARJANA TEKNIK
BIDANG TEKNIK ELEKTRO**

Oleh :

**NAMA : JONGKER PETRUS TALAHATU
NRP : 5103095039
N.I.R.M : 95.7.003.31073.51906**

LEMBAR PENGESAHAN

Ujian Skripsi bagi mahasiswa tersebut dibawah ini:

NAMA : JONGKER PETRUS TALAHATU

NRP : 5103095039

NIRN : 95.7.003.3107351906

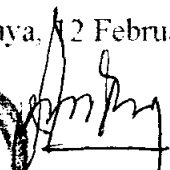
Telah diselenggarakan pada tanggal: 12 February 2001

Karenanya yang bersangkutan dengan Skripsi ini dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar SARJANA TEKNIK Bidang TEKNIK ELEKTRO.

di Yogyakarta, 12 February 2001

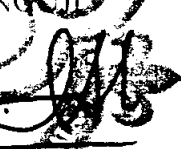

Albert Gunadhi, ST, MT.

Pembimbing I


Wilna Andyardja W., ST, MT.

Pembimbing II


DEWAN PENGUJIAN


Ir. Rasional Sitom, M.Eng.

Ketua



Hartono Pranjoto, Ph.D

Anggota



Ir. Vincent W. Prasetyo, M.Sc

Anggota

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO


Ketua


ALBERT . G .

Albert Gunadhi, ST, MT.

FAKULTAS TEKNIK

Dekan



Ir. Nani Indraswati

ABSTRAK

Alat ukur tahanan tanah adalah alat yang digunakan untuk mengukur besarnya harga tahanan tanah dari suatu lokasi pengukuran. Tahanan tanah perlu kita ketahui karena dengan demikian kita dapat menemukan lokasi yang baik untuk sistem pentanahan demi keamanan peralatan listrik dan terutama manusia. Hal ini perlu kita perhatikan guna mencegah adanya arus lebih yang dihasilkan oleh suatu peralatan listrik pada saat gangguan, dimana bila menyentuh manusia dapat berakibat fatal.

Untuk mengetahui besarnya tahanan tanah pada suatu lokasi, maka lokasi tersebut perlu kita alirkan potensial listrik dengan demikian menimbulkan arus dan tegangan listrik. Arus dan tegangan tersebut dapat kita ukur. Selanjutnya dengan menggunakan hukum Ohm ($R = V / I$), kita dapat mengetahui besarnya harga tahanan tanah pada lokasi yang hendak kita ukur tersebut.

Pada skripsi ini, direncanakan suatu alat ukur tahanan tanah yang dapat digunakan untuk mengukur tahanan tanah dengan range alat tersebut 200 – 2000 Ω . Frekuensi yang digunakan sebesar 250 Hz. Sebagai tegangan catunya digunakan tegangan AC sebesar 100V. Harga tahanan tanah kita diperlihatkan pada layar LCD, tampilan ini berdasarkan data masukan dari ADC yang mengubah inputan berupa analog menjadi digital. Alat ini dibuat portable dengan menggunakan tegangan sumber 9 V dari baterai.

Sebagai landasan teori yang patut kita ketahui di dalam pembuatan alat ini antara lain: metodologi pengujian tanah, pentanahan, osilator, elektroda tanah, LCD, penyearah. Dengan adanya landasan teori ini diharapkan pembuatan dan penyelesaian alat ini dapat berjalan dengan baik.

Tahapan-tahapan pembuatan alat ini meliputi: rangkaian DC to AC Converter yang digunakan untuk membangkitkan tegangan AC sebesar 100 V dengan frekuensi 250 Hz, rangkaian Voltmeter (V_{IN}) digunakan untuk mengukur tegangan V_{IN} dan rangkaian pengukur tegangan Referensi (V_{REF}) digunakan untuk mengukur tegangan Referensi. Hasil dari pengukuran V_{IN} dan V_{REF} akan diumpangkan pada ADC $\{(V_{IN}/V_{REF}) \times 1000\}$, sehingga LCD dapat menampilkan angka digital. Selain itu terdapat pula rangkaian display yang meliputi ADC dan LCD.

Disamping itu juga terdapat data-data pengukuran untuk menyatakan bahwa peralatan ini dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Adapun presentase kesalahan alat ukur yang di buat ini sebesar 12,178 %.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat, rahmat dan kasih karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata 1 di Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya. Buku ini diharapkan dapat digunakan sebagai salah satu bahan pertimbangan dalam pembuatan alat serupa, guna pengembangan dan penyempurnaan alat tersebut.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Albert Gunadhi,ST.,MT., selaku dosen pembimbing, sekaligus Kepala LAB-ELEKTRONIKA yang telah banyak memberikan bimbingan, pengarahan, semangat dan motivasi. Di samping itu juga telah banyak memberikan fasilitas selama pembuatan tugas akhir.
2. Bapak Widya Andyarja,ST.,MT., selaku dosen pembimbing yang juga telah banyak membantu memberikan bimbingan, pengarahan, semangat dan motivasi guna menyelesaikan pembuatan alat tersebut.
3. Drs. M. Ashad Seputro dan Bapak Tikto, yang banyak memberikan ide-ide di dalam menyelesaikan masalah pembuatan alat ini.
4. Bapak Hartono Pranjoto,Ph.D, selaku dosen wali yang memberikan semangat dan dorongan agar dapat diselesaikan tepat waktu.

5. Teman baik saya Martha Rizky W, yang banyak memberikan dorongan, perhatian dan kasih sayang.
6. Papa, mama, adik-adik serta saudara-saudara lainnya, yang telah memberikan dorongan semangat, bantuan materi, pengertian dan doa yang diberikan selama ini.
7. Saudara Yudi, Terson, Toto, Silvester, Rudianto, Raymond, Erwin yang memberikan dukungan dan bantuan sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.

Akhir kata penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan bagi rekan-rekan mahasiswa Teknik Elektro dalam penerapannya.

Surabaya, February 2001

Penulis

DAFTAR ISI

	HALAMAN
JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. TUJUAN	2
1.3. METODOLOGI	2
1.4. PEMBatasan MASALAH	3
1.5. SISTEMATIKA PEMBAHASAN	3
1.6. RELEVANSI	4
BAB II TEORI PENUNJANG	5
2.1. METODOLOGI PENGUJIAN TANAH	5
2.2. PENTANAHAN	7
2.2. OSILATOR	9
2.3. ELEKTRODA TANAH	14

2.4.	LIQUID CRYSTAL DISPLAY (LCD)	15
2.5.	PENYEARAH	16
BAB III	PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT	19
3.1.	BLOK DIAGRAM ALAT	19
3.2.	DC TO AC CONVERTER	21
3.3.	RANGKAIAN VOLTMETER	22
3.4.	RANGKAIAN PENGUKUR TEGANGAN REFERENSI	26
3.5.	ANALOG TO DIGITAL CONVERTER	28
BAB IV	PENGUKURAN DAN PENGUJIAN	30
4.1.	PENGUKURAN DC TO AC COVERTER	30
4.2.	PENGUKURAN RANGKAIAN VOLTMETER (V_{IN})	32
4.3.	PENGUKURAN TEGANGAN REFERENSI (V_{REF})	33
4.4.	PENGUKURAN ADC DAN PENAMPILAN LD	36
BAB V	PENUTUP	42
	KESIMPULAN	41
	DAFTAR PUSTAKA	43
	LAMPIRAN	
1.	SKEMATIK RANGKAIAN	A1
2.	DATA BOOK	B1

DAFTAR GAMBAR

KETERANGAN	HALAMAN
Gambar 2.1. METODOLOGI PENGUJIAN TANAH	5
Gambar 2.2. Prinsip Osilator	10
Gambar 2.3. Osilator RC	12
Gambar 2.4. LIQUID DISPLAY CRYSTAL (LCD)	15
Gambar 2.5. Penyearah setengah gelombang	17
Gambar 2.6. Penyearah gelombang penuh	17
Gambar 2.7. Penyearah Jembatan	18
Gambar 3.1. Blok diagram Alat Ukur Tahanan Tanah	19
Gambar 3.2. Rangkaian Pembangkit gelombang sinus 250 Hz	21
Gambar 3.3. Rangkaian Voltmeter, Calibrasi dan Penyearah	24
Gambar 3.4. Sinyal Tegangan Sumber	24
Gambar 3.5. Sinyal Tegangan V_{out1}	25
Gambar 3.6. Sinyal Tegangan V_{IN}	25
Gambar 3.7. Rangkaian Pengukur V_{REF} dan Peyearahnya	27
Gambar 3.8. Sinyal Tegangan Sumber	27
Gambar 3.9. Sinyal Tegangan pada titik pengukuran V_{out1}	28
Gambar 3.10. Sinyal keluaran pada titik Pengukuran V_{REF}	28
Gambar 3.11. Rangkaian ADC MAX ICL7106	29

Gambar 4.1.	Grafik Perubahan Tegangan dengan mengubah harga R	31
Gambar 4.2.	Grafik Perubahan Harga Tegangan V_{IN} dengan 10 titik pengukuran, jarak masing-masing titik 1 (satu) meter.	33
Gambar 4.3.	Grafik Perubahan harga V_{REF} dengan mengubah kedalaman elektroda 'E'	35
Gambar 4.4.	Grafik Perubahan harga I_{REF} dengan mengubah kedalaman Elektroda 'E'	35
Gambar 4.5.	Grafik Perbandingan Harga R_{TANAH} berdasarkan perhitungan I dan II	37
Gambar 4.6.	Harga R_T berdasarkan pengukuran dan pengujian	40
Gambar 4.7.	Perubahan Harga R_T sesuai kedalaman tanah pada range 200	40
Gambar 4.8.	Perubahan Harga R_T sesuai kedalaman tanah pada range 2000	41

DAFTAR TABEL

KETERANGAN	HALAMAN
Tabel 2.1. Tahanan tanah dari penghantar yang jatuh ke tanah (panjang 30m, penampang 16mm ²)	8
Tabel 4.1. Pengukuran DC to AC Converter	30
Tabel 4.2. Pengukuran Tegangan Input (V_{IN})	32
Tabel 4.3. Pengukuran Tegangan Referensi (V_{REF})	34
Tabel 4.4. Tabel Perbandingan Harga R_{TANAH} berdasarkan V_{IN} , V_{REF} dan I_{REF} (2.84 mA)	36
Tabel 4.5. Tabel Pengukuran harga R_T dengan menggunakan pembandingan	38
Tabel 4.6. Pengukuran harga R_T dengan variasi kedalaman Elektroda 'E'	39

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Listrik dewasa ini merupakan suatu kebutuhan yang sangat penting guna menunjang segala aktivitas dan kegiatan manusia. Dalam dunia elektronika maupun bidang lainnya, listrik sering dimanfaatkan sebagai sumber catunya.

Salah satu faktor kunci dalam setiap pengamanan rangkaian listrik adalah pentanahan. Apabila suatu tindakan pengamanan atau perlindungan yang baik akan dilaksanakan, maka kita harus mengetahui seberapa besar tahanan yang dimiliki pada lokasi yang hendak diukur. Dengan demikian kita dapat memastikan lokasi tersebut benar-benar aman terhadap bahaya tegangan lebih.

Untuk mengetahui berapa besar tahanan yang ada pada suatu lokasi, umumnya orang dapat menggunakan AVO Meter sebagai alat bantu. Prinsipnya, dengan mengalirkan sumber listrik pada area tersebut, kemudian kita mengukur besarnya tegangan (V) dan arus (I) yang mengalir pada lokasi tersebut. Setelah itu, dengan menggunakan Hukum Ohm ($R = V / I$), kita dapat mengetahui tahanan tanah tersebut.

Pengukuran dengan menggunakan cara diatas memang sudah benar namun kurang efektif, dimana kita harus melakukan serangkaian kegiatan pengukuran dan pengujian yang tepat. Disamping itu tingkat ketepatan pengukuran dari peralatan tersebut harus diperhatikan penuh.

Untuk itulah, pada pembuatan skripsi ini saya mencoba merancang dan membuat suatu alat ukur yang dapat menghasilkan nilai dari tahanan yang ada tanpa perlu melakukan pengukuran secara terpisah.

1.2. TUJUAN

Tujuan dari skripsi ini adalah membuat suatu alat yang dapat digunakan untuk mengukur berapa besar tahanan tanah pada lokasi yang hendak kita ukur secara portable.

1.3. METODOLOGI

Metode yang digunakan adalah:

1. Studi Pustaka.
2. Konsultasi dengan dosen pembimbing.
3. Mempelajari prinsip kerja DC to AC Converter dan berapa besar tegangan yang dapat dihasilkannya.
4. Mempelajari prinsip kerja ADC dan bagaimana pengaturan tegangan masukan dan referensinya sehingga dapat menampilkan angka yang sesuai dengan data yang sebenarnya pada layar LCD.
5. Membuat rangkaian DC to AC Converter.
6. Membuat rangkaian ADC dan penggerak LCD.
7. Trouble shooting.

1.4. PEMBATASAN MASALAH

Batasan masalah dalam pembuatan skripsi ini adalah alat ukur tahanan tanah yang terdiri dari:

1. Pengubah DC ke AC.
2. Pengubah AC ke DC.
3. Perbandingan antara tegangan input dan tegangan referensi pada ADC.
4. ADC dapat memberikan masukan pada LCD sehingga dapat menampilkan angka sesuai dengan yang diharapkan.

1.5. SISTEMATIKA PEMBAHASAN

Sistematika pembahasan yang dipakai dengan membagi menjadi lima bab, yaitu sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Membahas latar belakang masalah, tujuan penulisan, metodologi pemecahan masalah, pembatasan masalah dan sistematika pembahasan.

BAB II : TEORI PENUNJANG

Membahas mengenai teori penunjang yang berhubungan dengan pembuatan alat.

BAB III : PERENCANAAN DAN PERHITUNGAN ALAT

Membahas mengenai perencanaan dan pembuatan alat ini.

BAB IV : PENGUKURAN DAN PENGUJIAN

Membahas mengenai pengukuran dan pengujian alat ini.

BAB V : PENUTUP

Berisi kesimpulan dan saran-saran untuk pengembangan alat ini.

1.6. RELEVANSI

Relevansi skripsi ini dapat membantu mengetahui besarnya tahanan tanah pada layar LCD.

BAB II

TEORI PENUNJANG

BAB II

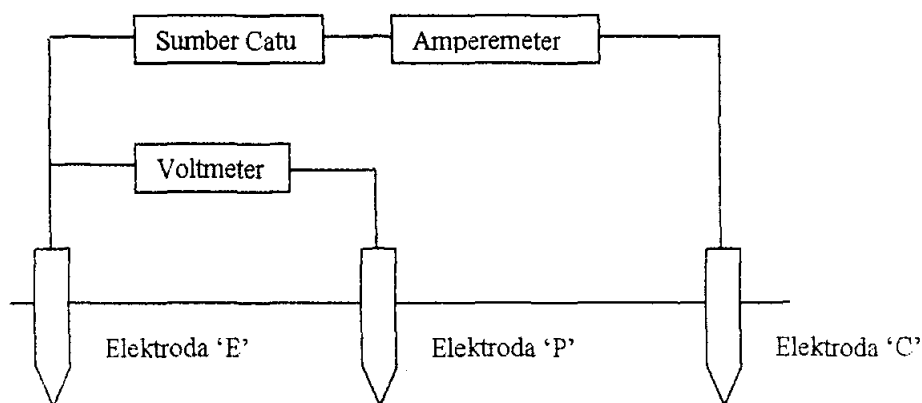
TEORI PENUNJANG

2.1. METODOLOGI PENGUJIAN TANAH¹

Metodologi pengujian tanah dapat dijelaskan sebagai berikut:

Hal yang pertama-tama yang patut kita ketahui adalah alat ini memiliki tiga elektroda, elektroda-elektroda tersebut antara lain: elektroda 'E (Earth)', elektroda 'P (Beda Potensial)' dan elektroda 'C (Current)'.

Elektroda-elektroda haruslah ditanam pada area yang hendak kita ukur. Elektroda yang pertama-tama kita tanam adalah elektroda 'E', kemudian elektroda 'C' kita tanam. Dengan demikian akan ada potensial antara elektroda 'E' dan elektroda 'C' yang ditimbul dari sumber catu. Jarak antara elektroda 'E' dan elektroda 'C' yang ditanam tersebut harus cukup jauh, seperti terlihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. METODOLOGI PENGUJIAN TANAH

¹ PABLA AS, Ir. HADI ABDUL, "SISTEM DISTRIBUSI DAYA LISTRIK", hal. 172-175.

Dengan demikian ada arus yang mengalir, yang diukur dengan meter A. Apabila elektroda yang lain, yaitu P sekarang ditanam di beberapa tempat di sekitar E dan C, dan voltmeter kita hubungkan maka voltmeter tersebut akan menunjukkan harga tegangan antara E dan P. Selanjutnya dengan menggunakan hukum Ohm kita dapat menentukan besarnya tahanan tanah tersebut ($R = V / I$).

Sebagai contoh:

- Misalkan suatu area yang hendak kita ketahui besar harga tahanan tanahnya kita tanam elektroda-elektroda tersebut (E, P, C).

Besar tegangan sumber antara elektroda 'E' dan elektroda 'C' adalah 50 V. Arus dengan arus yang terukur pada Ampere meter adalah 1 A.

Selanjutnya kita mengukur besarnya tegangan antara elektroda 'E' dan elektroda 'P', dimana Volt meter menunjukkan tegangan sebesar 25 V.

Maka besar Tahanan Tanah pada area tersebut adalah:

$$R = V/I = 25 / 1 = 25 \Omega.$$

Disamping itu juga yang perlu dilakukan dalam penempatan elektroda-elektroda adalah pertama elektroda 'P' di tanam di tengah-tengah elektroda 'E' dan 'C'. Kedua elektroda 'P' di tanam dengan jarak 3 m lebih dekat dengan elektroda 'E'. Dan yang ketiga elektroda 'P' di tanam dengan jarak 3 m lebih dekat dengan elektroda 'C'.

Apabila diperoleh tiga pembacaan yang sesuai satu dengan lainnya dalam batas-batas ketelitian pengukuran yang diperlukan, maka tahanan dari

hubungan tanah adalah harga rata-rata tiga pembacaan tersebut. Namun, bila tidak ada kesesuaian, maka elektroda 'C' harus dipindahkan dan di tanam pada jarak yang lebih jauh dari elektroda 'E'. Kemudian sekali lagi diambil tiga pembacaan. Proses ini dilakukan secara berulang sehingga memperoleh harga pembacaan yang sesuai.

2.1.PENTANAHAN²

Salah satu faktor kunci dalam setiap usaha pengamanan (perlindungan) rangkaian listrik adalah pentanahan. Apabila suatu tindakan pengamanan/perlindungan yang baik akan dilaksanakan, maka harus ada sistem pentanahan yang dirancang dengan benar. Hal ini disebabkan karena karakteristik tanah pada suatu tempat berbeda-beda, dimana kepadatan, temperatur dan jenis tanah mempengaruhi besarnya tahanan yang dihasilkan.

Dalam setiap pembicaraan tentang pentanahan, pertanyaan yang selalu timbul adalah: "Seberapa kecil tahanan untuk pentanahan?". Pertanyaan ini sulit dijawab dalam harga ohm. Makin kecil tahanan yang dihasilkan, makin baik. Lebih jauh lagi, untuk perlindungan/pengamanan personil dan peralatan, patut diusahakan tahanan pentanahan lebih kecil dari satu ohm.

Untuk memahami mengapa tahanan tanah harus rendah, kita gunakan hukum Ohm, yaitu $E = I \times R$ (dimana E adalah Tegangan, I adalah Arus dan R adalah Ohm). Sebagai contoh, ada tegangan 240 V dengan tahanan 4 Ω . Sekarang, misalkan ada gangguan/kekeliruan, sehingga kabel dari sumber yang mencatu

² PABLA AS, Ir HADI ABDUL, "SISTEM DISTRIBUSI DAYA LISTRIK", hal. 154-156.

motor listrik menyentuh badan motor. Hal ini berarti kabel tersebut menghubungkan ke sistem pentanahan yang mempunyai tahanan 20Ω ke tanah. Menurut hukum Ohm, akan ada arus sebesar 10 Ampere mengalir melewati badan motor ke tanah. Apabila seseorang menyentuh badan motor, maka dia akan menerima tegangan sebesar 200 V (yaitu $20 \Omega \times 10 \text{ A}$). Hal ini dapat berakibat fatal, tergantung pada tahanan orang tersebut, yang bervariasi dengan tegangan yang disentuhnya.

Pada kenyataannya di beberapa tempat, tahanan sebesar 5Ω mungkin sudah cukup memadai tanpa banyak gangguan, sedang ditempat lain mungkin sangat sulit dicapai tahanan pentanahan dibawah 100Ω .

Sebagai bahan perbandingan bahwa besarnya tahanan pentanahan berbeda-beda para peneliti Rusia melakukan pengukuran dengan hasil yang terlampir.

Tabel 2.1. Tahanan tanah dari penghantar yang jatuh ke tanah (panjang 30m, penampang 16mm^2).³

NO	Uraian Tanah	Cuaca	Tahanan rata-Rata (ohm)
1	Tanah liat dengan rumput jarang	Sangat basah	101
2	Tanah subur dengan rumput tebal	Basah	167
3	Tanah berair ditanam	Kering	583
4	Jalan dengan kerikil dipadatkan	Kering	690
5	Parit berair, tanah subur, permukaan liat	Kering	28
6	Jalan aspal	Kering	653
7	Salju pada -12°C	Kering	1000

³ PABLA AS, Ir. HADI ABDUL, "SISTEM DISTRIBUSI DAYA LISTRIK", hal. 169.

2.2.OSILATOR⁴

Osilator merupakan piranti elektronik yang menghasilkan keluaran berupa isyarat tegangan. Bentuk isyarat tegangan terhadap waktu ada bermacam-macam, yaitu bentuk sinusoida, persegi, segitiga, gigi gergaji atau denyut. Osilator berbeda dengan penguat, oleh karena penguat memerlukan isyarat masukan untuk menghasilkan isyarat keluaran. Pada osilator tak ada isyarat masukan, hanya isyarat keluaran saja, yang frekuensi dan amplitudo dapat dikendalikan. Seringkali suatu penguat secara tidak disengaja menghasilkan keluaran tanpa masukan dengan frekuensi yang nilainya tidak dapat dikendalikan. Dalam hal ini penguat dikatakan berosilasi.

Pada saat osilator pertama kali dicatu maka arus surja (surge) pada rangkaian penentu frekuensi menghasilkan tegangan yang frekuensinya sama dengan frekuensi yang diinginkan oleh osilator. Sebagian dari tegangan ini diumpan balik ke terminal masukan penguat dan diperkuat, kemudian dikembalikan lagi ke rangkaian penentu frekuensi isolasi. Sebagian dari tegangan yang sekarang lebih besar dari tegangan mula-mula jadi kemudian diumpan balik menuju terminal masukan dan diperkuat lagi (Gambar 2.2.). Demikian proses ini berjalan terus menerus.

Osilator digunakan secara luas sebagai sumber isyarat untuk menguji suatu rangkaian elektronik. Osilator seperti ini disebut pembangkit isyarat atau pembangkit fungsi jika isyarat keluarannya dapat mempunyai berbagai bentuk.

⁴ SUTRISNO, "ELEKTRONIKA: TEORI DASAR DAN PENERAPANNYA JILID 2", hal. 153-176.

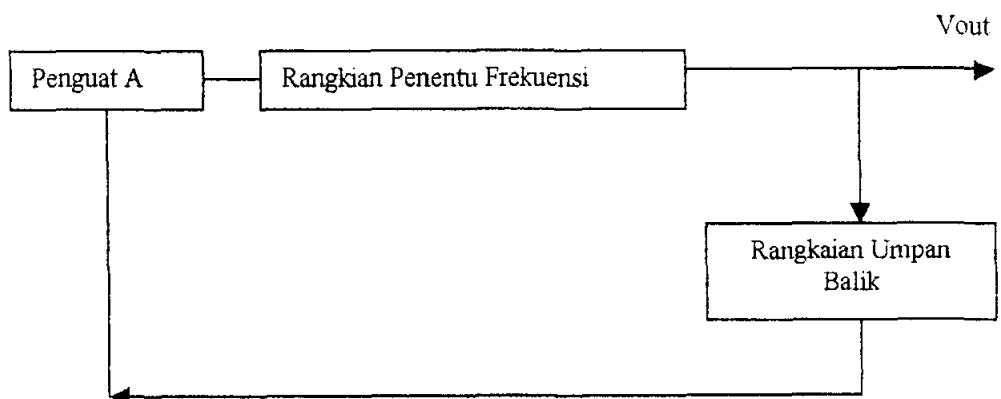
Osilator juga digunakan pada pemancar radio dan televisi, dan juga dalam komunikasi radio, gelombang mikro, maupun optik untuk menghasilkan gelombang elektromagnetik yang dapat ditumpangi berbagai informasi.

Pesawat radio dan televisi juga menggunakan osilator untuk mengolah isyarat yang datang. Isyarat yang datang ini dicampur dengan isyarat dari osilator lokal sehingga menghasilkan isyarat pembawa informasi dengan frekuensi lebih rendah. Isyarat yang terakhir ini dikenal sebagai isyarat *if* (*intermediate frequency*).

Osilator juga digunakan untuk mendeteksi dan menentukan jarak dengan gelombang mikro (radar) ataupun gelombang ultrasonik (sonar).

Selain itu hampir semua alat digital seperti jam tangan, digital kalkulator, komputer, alat-alat pembantu komputer dan sebagainya menggunakan osilator.

Jelas osilator memegang peranan amat penting dalam dunia elektronik.



Gambar 2.2. Prinsip Osilator⁵

⁵ GREEN DC, "PEDOMAN ELEKTRONIKA 2", hal. 129.

Pada dasarnya ada tiga (3) macam osilator, yaitu osilator RC, osilator LC dan osilator relaksasi. Osilator RC dan LC menghasilkan isyarat berbentuk sinusoida sedangkan osilator relaksasi menghasilkan isyarat berbentuk persegi, segitiga, gigi gergaji atau pulsa.

- Osilator RC

Osilator RC menggunakan hambatan R dan kapasitansi C untuk mengatur frekuensi. Isyarat yang dihasilkan dapat diusahakan agar berbentuk sinusoida. Osilator ini menggunakan balikan positif yang bersifat reaktif, yang berakibat isyarat keluaran berbentuk sinusoida. Osilator RC digunakan untuk menghasilkan isyarat sinusoida frekuensi rendah, yaitu dibawah 500KHz.

Ada beberapa macam osilator RC, yaitu osilator jembatan RC, osilator jembatan Wein dan osilator T-kembar.

⁶Rumus yang dipakai untuk menentukan harga komponen dari osilator ini adalah:

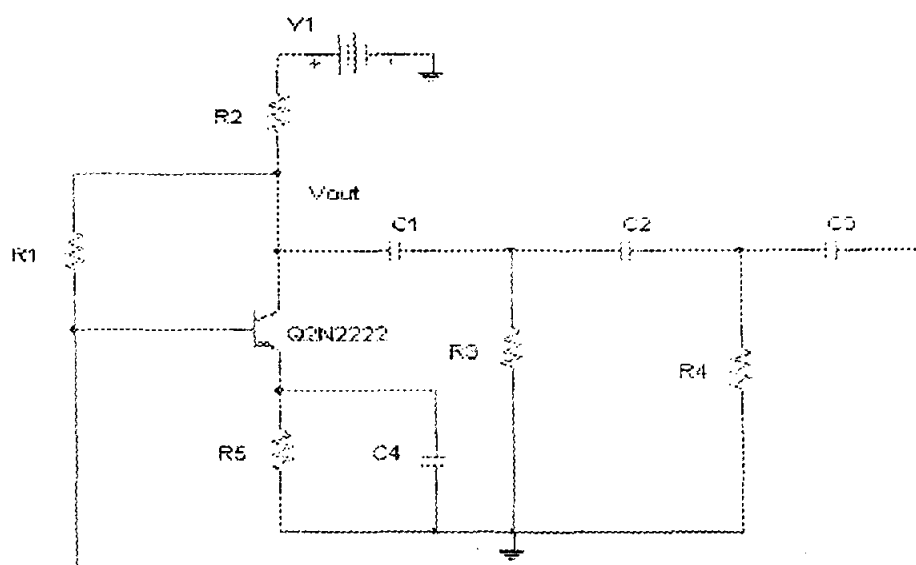
$$f_0 = \frac{1}{2 \pi RC} \dots \dots \dots (2.1)$$

Didalam pembuatan alat ini, osilator yang digunakan osilator jenis RC, dimana cara kerja dan gambar adalah sebagai berikut.

Salah satu jenis osilator RC adalah osilator dengan menggunakan penguat satu tingkat. Transistor menghasilkan pergeseran fasa 180°,

⁶ SOEMITRO HERMAN WIDODO, "PENGUAT OPERASIONAL DAN RANGKALAN TERPADU LINIER", hal. 132.

sehingga rangkaian RC harus memberikan pergeseran fasa 180° pula agar rangkaian dapat berfungsi sebagai suatu osilator. Pada rangkaian-rangkaian tersebut, sebagai penggeser fasa digunakan kapasitor-kapasitor C_2 , C_3 dan C_4 , resistor R_4 dan R_5 , dan resistansi masukan transistor. Umumnya dibuat $C_2 = C_3 = C_4$ dan $R_4 = R_5 =$ resistansi masukan T1. Jika transistor beroperasi agak dekat dengan daerah tengah karakteristik gandeng, gelombang keluaran yang ditimbulkan pada terminal keluaran memiliki cacat distorsi yang kecil. Untuk mengubah-ubah frekuensi digunakan tiga buah kapasitor variabel yang disatukan pada sumbu yang sama, sehingga mereka dapat bervariasi sekaligus dengan kontrol tunggal. Gambar rangkaian Osilator RC tersebut dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.3. Osilator RC⁷

⁷ GREEN DC, *PEDOMAN ELEKTRONIKA 2*", hal. 134-135

- Osilator LC

Osilator LC digunakan untuk memperoleh isyarat sinusoida dari frekuensi audio hingga frekuensi radio, bahkan sampai frekuensi gelombang mikro.

Ada beberapa macam osilator LC, yaitu osilator Hartley dan osilator Colpitts.

- Osilator Kristal

Agar diperoleh frekuensi yang mantap orang menggunakan kristal pada rangkaian osilator. Yang dimaksud dengan kristal disini adalah kristal kuarsa, yaitu kristal silikondioksida. Kristal ini bersifat piezoelektrik.

Sifat piezoelektrik adalah sifat beberapa macam kristal, jika kristal ini ditekan, antara dua permukaan yang ditekan akan timbul beda tegangan listrik. Sebaliknya, jika antara dua permukaan kristal diberi beda potensial listrik terjadi tekanan mekanis antara kedua permukaan tersebut yang menyebabkan perubahan bentuk pada kristal.

Sifat piezoelektrik pada kristal kuarsa mengakibatkan kristal berperilaku sebagai suatu sistem resonansi.

- Osilator relaksasi

Bentuk isyarat yang dikeluarkan oleh osilator relaksasi tidak berbentuk sinusoida, tetapi mungkin berbentuk pulsa, gigi gergaji. Osilator ini menggunakan pengisian dan penguatan muatan pada suatu kapasitor

melalui hambatan. Suatu perubahan yang terjadi secara eksponensial dalam waktu disebut *relaksasi*. Oleh karena pengisian muatan oleh tegangan tetap bersifat eksponensial, maka osilator yang menggunakan mekanisme ini juga dikenal sebagai osilator relaksasi. Osilator ini dapat dibuat dengan menggunakan lampu neon, unijunction transistor (UJT), Programmable Unijunction Transistor (PUT) dan Op-Amp.

2.4.ELEKTRODA TANAH

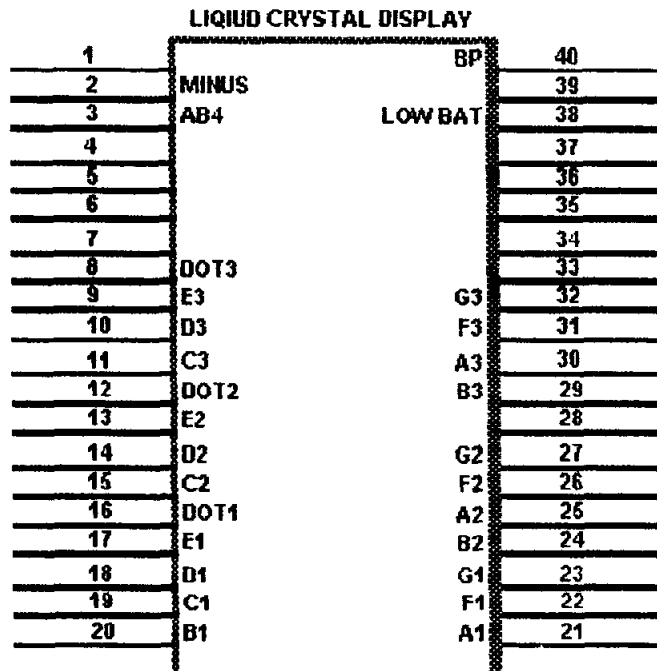
Elektroda tanah memiliki arti yang dapat berpengaruh terhadap nilai pentanahan dari suatu lokasi tanah yang diukur. Elektroda tanah yang dimaksud berbentuk pasak. Untuk memperoleh nilai tahanan tanah yang rendah, maka pasak tersebut harus ditanam.

Tahanan tanah sangat bervariasi di berbagai tempat dan berubah menurut iklim. Disamping itu tahanan tanah ditentukan juga oleh kandungan elektrolit didalamnya, kandungan air, mineral dan garam. Tanah kering memiliki tahanan yang tinggi, sedangkan tanah basah memiliki tahanan yang rendah, namun jika mengandung garam yang terlarut didalamnya maka tahanan menjadi tinggi.

Disamping itu, pasak panjang dan ditancapkan lebih dalam sangat bermanfaat dalam mengurangi tahanan tanah.

2.5. LIQUID CRYSTAL DISPLAY (LCD)

CD pada dasarnya terdiri atas dua keping kaca tipis yang diselanya ada lapisan cair setebal $10\mu\text{m}$.



Gambar 2.5. LIQUID CRYSTAL DISPLAY (LCD)

Lapisan ini terdiri atas molekul kristal, yang penting adalah bangunan molekul berubah oleh pengaruh medan listrik. Lapisan kristal cair itu akan menjadi transparan atau memantulkan, bergantung pada arah keteraturan molekul-molekul.

Tegangan yang dikenakan, membangkitkan medan listrik yang menyebabkan perubahan arah molekul-molekul didalam kristal cair. Maka bidang atau segmen pada penampil digit yang terpengaruh berubah ketransparannya.

Sifat utama dari LCD adalah kontrasnya. Kontras menyangkut perbandingan terang/gelap tertentu yang ada pada kecerahan segmen selama kondisi “on” dan “off” kalau cahaya ekstern adalah konstan dan dilihat dari sudut yang sama. Perbandingan operasi juga berpengaruh kepada kontras, terutama pada sudut pandang dan penyulutan (statis atau multiplleks).

Taraf tegangan operasi yang diperlukan dapat dipilih dengan bebas. Di satu pihak ia ditentukan oleh material dasar yang digunakan, di pihak lain pada kepadatan lapisan kristal cair. Makin tipis lapisan, makin tinggilah intensitas medan (pada taraf tegangan sama) dan makin rendah tegangan kerja yang diperlukan. Saat ini LCD dirancang untuk tegangan kerja 1.5 V hingga 20 V.

2.5.PENYEARAH⁸

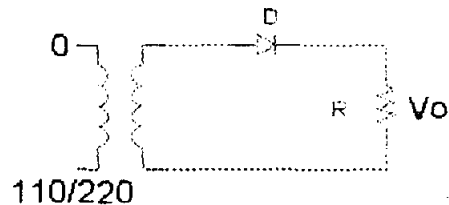
Tegangan bolak balik gejala listrik dapat diubah menjadi tegangan searah dengan menggunakan dioda sebagai penyearah. Penyearah dengan menggunakan dioda dapat dibentuk antara lain:

- Penyearah Setengah Gelombang

Bila dioda ideal ($V_D \approx 0$, $R_f \approx 0$, $R_r = \infty$), maka setengah perioda penuh dari tegangan sinus akan disearahkan. Bila dioda tidak ideal ($V_f \neq 0$, $R_f \neq 0$, $R_r \neq \infty$), maka tidak seluruh tegangan positif sinus disalurkan pada keluaran, akan tetapi juga sebagian tegangan negatifnya ikut tersalur pada keluaran.

⁸ BUDHIANTO MATIAS HW, "ELEKTRONIKA DASAR", hal. 71-72

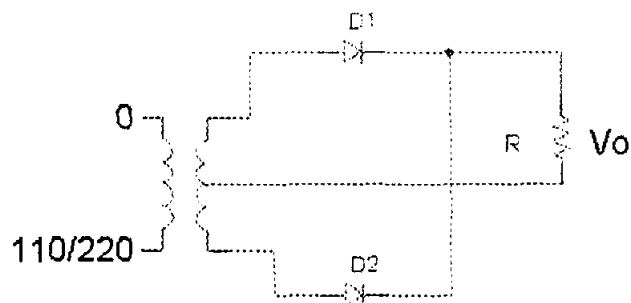
Sebuah dioda yang dapat menahan suatu arus puncak sesaat tidak berarti dapat menahan arus sebesar itu terus menerus.



Gambar 2.5. Penyearah setengah gelombang.

- Penyearah Gelombang Penuh

Penyearah jenis ini menggunakan dua (2) penyearah yang dipasang bersamaan. Bila tegangan maksimum (amplitudo) sesaat V_x , maka dioda yang dipakai harus mampu menahan tegangan lawan puncak $2V_x$ (digunakan dioda Si).

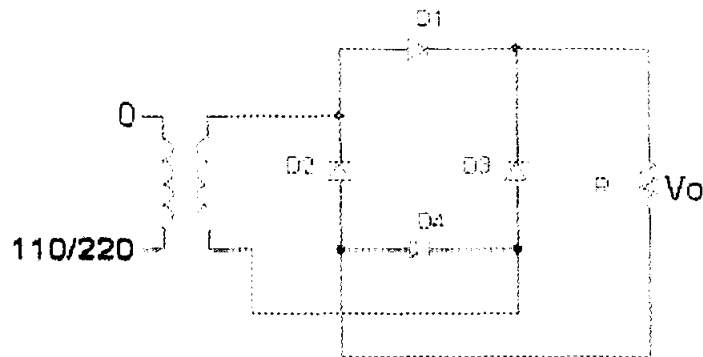


Gambar 2.6. Penyearah gelombang penuh.

- Penyearah Jembatan

Penyearah ini menggunakan empat (4) dioda yang dirangkai menjadi jembatan. Dapat pula diperoleh komponen penyearah yang merupakan empat dioda yang telah disatukan dalam satu kemasan.

Selama setengah periode positif arus mengalir melalui D_1 , R_L dan D_3 , sedangkan setengah periode berikutnya arus mengalir melalui D_2 , R_L dan D_4 . Karena setiap saat arus mengalir melalui dua (2) buah dioda D_1 dan D_3 atau D_2 dan D_4 , maka hambatan keluaran penyearah ini lebih besar daripada penyearah yang lain. Keuntungan dari penyearah ini adalah tiap dioda cukup menahan satu kali tegangan puncak pada arah lawan. Sehingga penyearah jembatan lebih banyak ditemukan pada transistor yang memerlukan tegangan tinggi.



Gambar 2.7. Penyearah Jembatan

BAB III

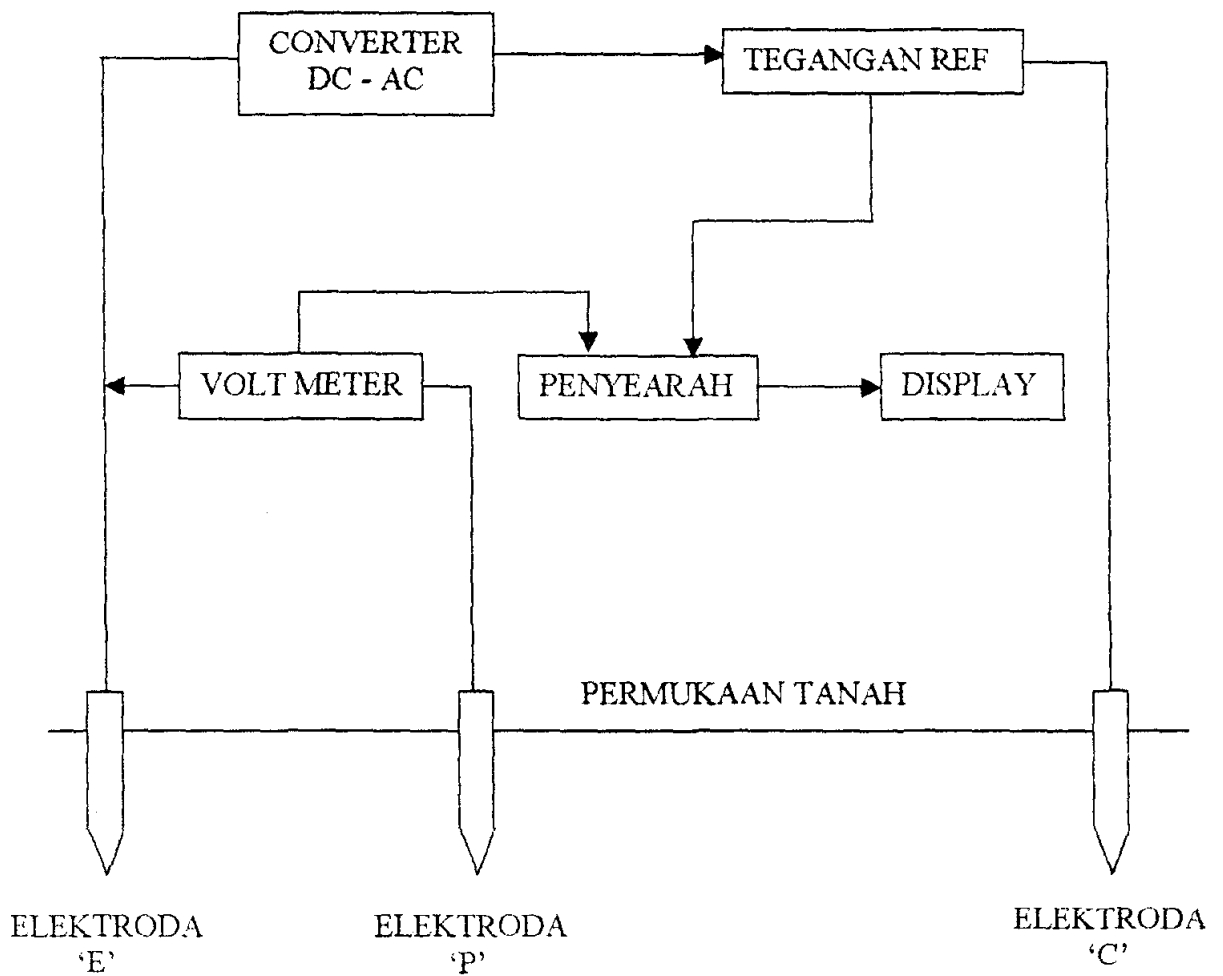
PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

BAB III

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1. BLOK DIAGRAM ALAT

Dalam perencanaan dan pembuatan alat, maka blok diagram secara sederhana ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Blok diagram Alat Ukur Tahanan Tanah.

Sesuai dengan blok diagram diatas, maka alat ini terdiri atas:

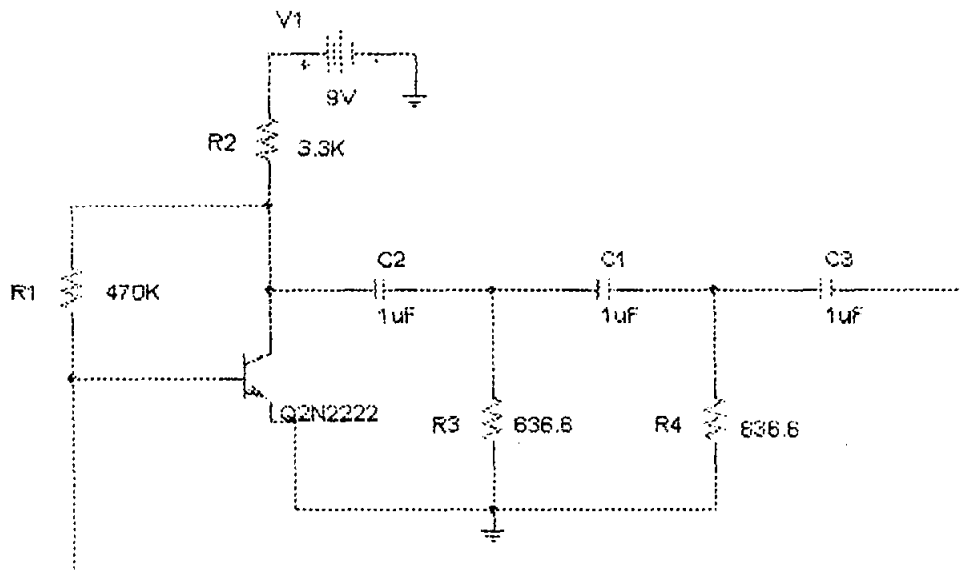
1. Converter DC to AC, berfungsi untuk mengubah tegangan DC sehingga memperoleh tegangan sumber AC sebesar 100 VAC (Tegangan antara probe 'E' dan 'C').
2. Voltmeter (Rangkaian Pengukur Tegangan), berfungsi untuk mengukur berapa besar tegangan antara probe 'E' dan 'P'.
3. Rangkaian pengukur tegangan referensi, berfungsi untuk mengukur arus yang mengalir, dimana arus tersebut akan diparalel dengan resistor sehingga memperoleh nilai tegangan yang digunakan sebagai tegangan pembanding (V_{REF}) sebagai inputan pada rangkaian display.
4. Penyearah, berfungsi untuk mengubah tegangan AC ke DC. Hal ini disebabkan karena inputan pada rangkaian penampil (display) menggunakan tegangan DC (inputan pada ADC).
5. Elektroda tanah, berfungsi sebagai mediator yang menghubungkan antara peralatan dengan area yang diukur.
6. Rangkaian Display. Terbagi atas 2 bagian, yaitu:
 1. Analog to Digital Converter (ADC), berfungsi sebagai tempat untuk membandingkan antara tegangan input dan tegangan referensi berdasarkan pengukuran sehingga dapat menghasilkan suatu harga yang dapat dibaca pada layar LCD.
 2. Liquid Crystal Display, berfungsi menampilkan angka-angka berdasarkan data yang diterima oleh LCD

3.2.DC TO AC CONVERTER

Alat ukur ini dibuat portable dimana sumber tegangan yang dipakai adalah baterai dengan besar tegangan 9 V. Tegangan tersebut diubah sehingga menghasilkan tegangan AC yang lebih dari 100 V.

Untuk memperoleh tegangan tersebut, maka sumber DC kita lewatkan pada rangkaian osilator sehingga menghasilkan gelombang sinus dengan frekuensi 250 Hz yang menjadi langkah awal pembentukan sumber AC. Tegangan keluaran yang dihasilkan oleh osilator setelah diperkuat sebesar 4 V. Setelah itu dapat menggunakan transformator untuk menghasilkan tegangan yang lebih besar, di mana tegangan tersebut digunakan sebagai sumber catu pada peralatan ini.

Rangkaian osilator yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Rangkaian pembangkit gelombang sinus 250 Hz.

Berdasarkan rumus pada Persamaan 2.1: $f_o = \frac{1}{2 \pi R C}$

maka besar harga R adalah: $f_o = 250 \text{ Hz}$

$$C1 = C2 = C3 = 1\mu\text{F}$$

$$R = \frac{1}{2 \pi f_o C} = 636.6 \Omega$$

3.3.RANGKAIAN VOLTMETER

Pada uraian-uraian terdahulu , telah kita ketahui bahwa area yang akan diukur dialiri dengan tegangan listrik untuk itu kita perlu mengetahui berapa besar tegangan tersebut.

Adapun besar tegangan yang akan diukur antara 0 – 100 V. Dengan demikian perencanaan rangkaian voltmeter dapat kita hitung sebagai berikut:

Range tegangan = 0 – 100 V

Range alat ukur = 200 – 2000 Ω .

Tegangan maksimum (V_o) = 0.2 – 2 V (Tegangan maksimum ADC).

Harga-harga R yang digunakan dalam rangkaian ini adalah sebagai berikut:

➔ Besarnya arus yang mengalir adalah:

$$I = \frac{\text{Teg. Sumber}}{R_D} = \frac{100}{50K} = 2 \text{ mA} \dots\dots\dots(3.1)$$

→ Besarnya tegangan pada range:

$$- 200 \Omega = 200 \times 2 \text{ m} = 0.4 \text{ V}$$

$$- 2\text{K} \Omega = 2\text{K} \times 2 \text{ m} = 4 \text{ V}$$

→ $R_{in} = 10 \text{ K}\Omega$, tegangan maksimum ADC = 0.2 V

Harga R pada range 2 K Ω adalah:

$$\frac{\text{Teg. Range}}{\text{Teg. Maks.}} = \frac{4}{0.2} = 20 \text{ V} \dots\dots\dots(3.2)$$

$$\frac{1}{20} = \frac{R_{in}}{R_{in} + R_{2K}} \dots\dots\dots(3.3)$$

$$R_{2K} = 190 \text{ K}\Omega$$

Harga R pada range 2030 Ω adalah:

$$\frac{\text{Teg. Range}}{\text{Teg. Maks.}} = \frac{0.4}{0.2} = 2 \text{ V}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{R_{in}}{R_{in} + R_{200}}$$

$$R_{200} = 10 \text{ K}\Omega$$

→ Besar harga R_{CAL} , dengan tegangan maksimum 100 V adalah :

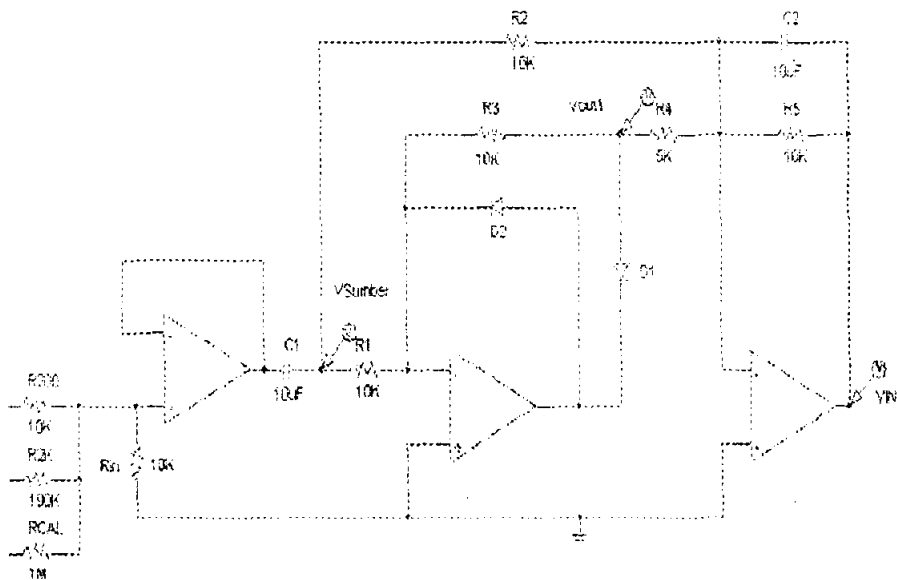
Asumsikan 100 V = 0.1 V (Teg. Maksimum ADC = 0.2 V)

$$\frac{0.1}{100} = \frac{R_{in}}{R_{in} + R_{CAL}} \dots\dots\dots(3.4)$$

$$R_{CAL} = 10 \text{ M}\Omega$$

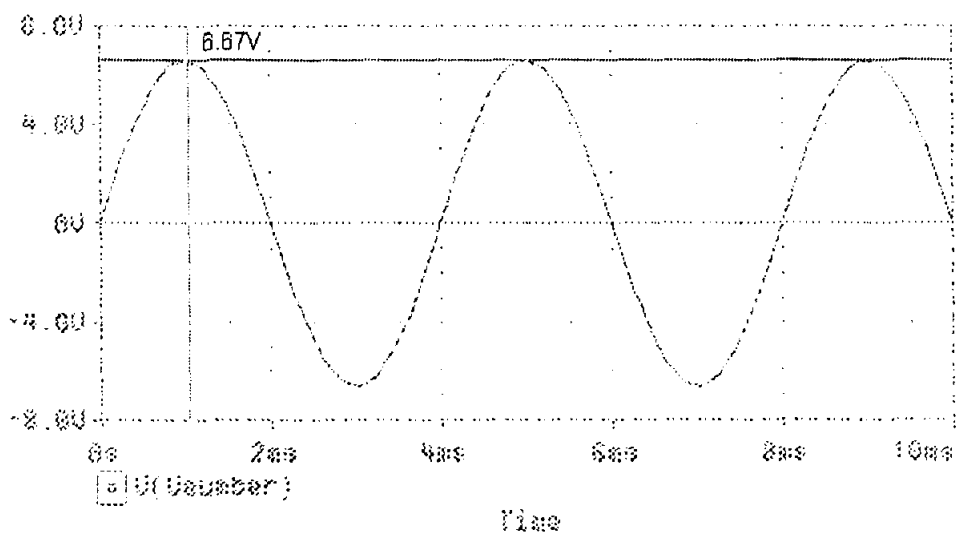
Adapun bentuk Rangkaian Voltmeter dari alat ini dapat dilihat pada Gambar

3.3. di bawah ini.



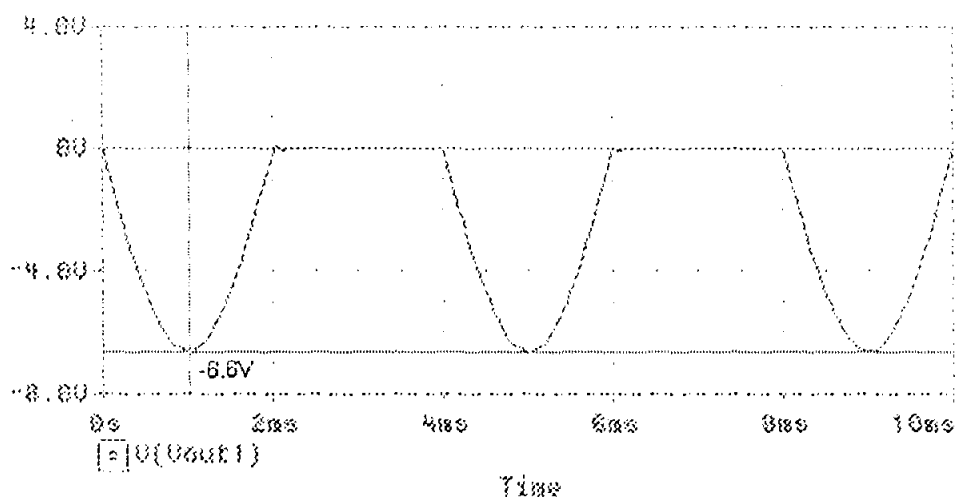
Gambar 3.3. Rangkaian Voltmeter, Calibrasi dan Penyearah.

Bentuk-bentuk sinyal yang dihasilkan oleh Rangkaian Voltmeter dapat dilihat pada gambar-gambar di bawah ini. Sebagai contoh, tegangan sumber yang digunakan sebesar 8 VAC.

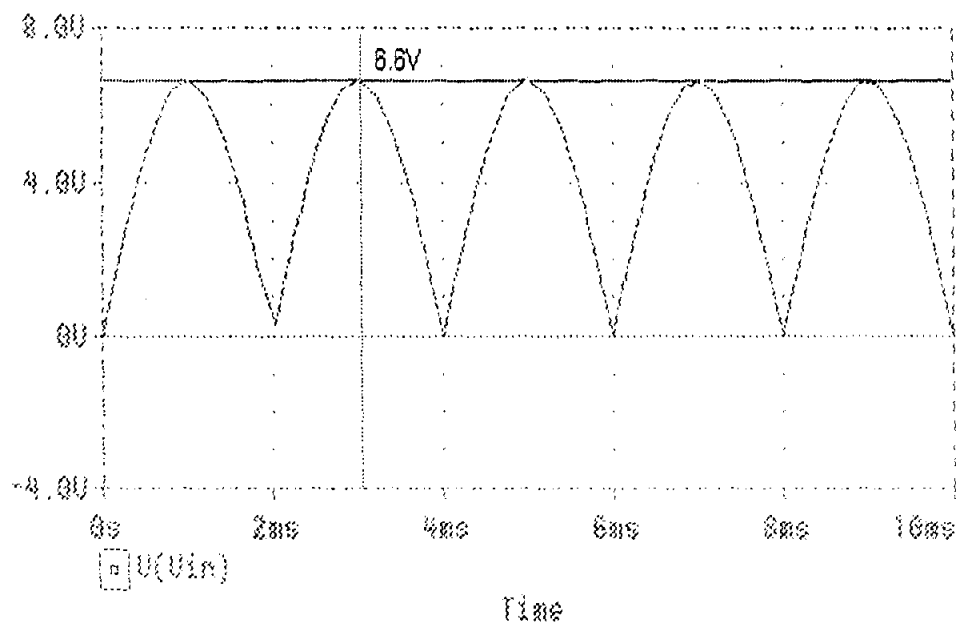


Gambar 3.4. Sinyal Tegangan Sumber

P R O P O S I T A K A A N
Universitas Islamik Widya Mandala
SURABAYA



Gambar 3.5. Sinyal Tegangan V_{out}



Gambar 3.6. Sinyal Tegangan V_{in}

3.4. RANGKAIAN PENGUKUR TEGANGAN REFERENSI

Untuk dapat menampilkan harga pengukuran yang masuk pada ADC yang sesuai dengan data perhitungan, maka kita melakukan pengukuran arus yang diubah menjadi tegangan untuk dipakai sebagai pembanding (V_{REF}) sesuai dengan rumusan pada ADC ini.

Langkah-langkah untuk menentukan besar R_{REF} adalah sebagai berikut:

1. Besar tahanan maksimum yang diukur adalah $2\text{ K}\Omega$.
2. Besarnya tegangan $V_A \approx 0,2 V_{RMS}$. (V_A = Tegangan maksimum ADC)

$$V_{REF\text{ MAX}} \approx \frac{1}{2} V_A = 0,1 V_{RMS}.$$

3. Menentukan besar R_{REF} itu sendiri:

$$\begin{aligned} V_A &= 2 \cdot V_{REF} \\ &= 2 \cdot (I \cdot R_{REF}) \dots\dots\dots(3.5) \end{aligned}$$

$$I = \frac{V_A}{R_{TANAH}} \dots\dots\dots(3.6)$$

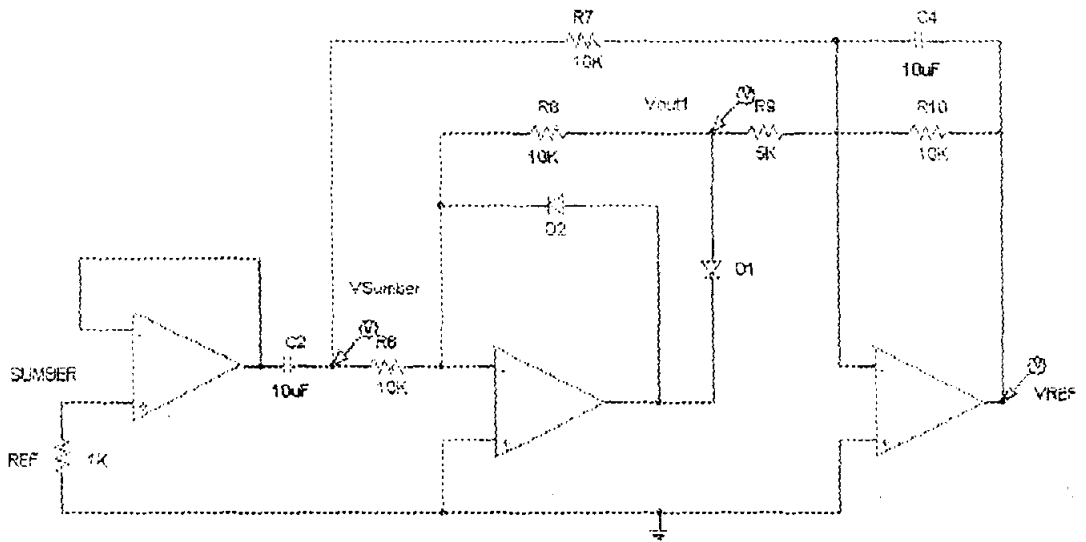
Persamaan 1 dan 2 :

$$V_A = 2 \left[\frac{V_A}{R_{TANAH}} \cdot R_{REF} \right]$$

Harga $R_{TANAH\text{ MAX}} = 2\text{ K}\Omega$.

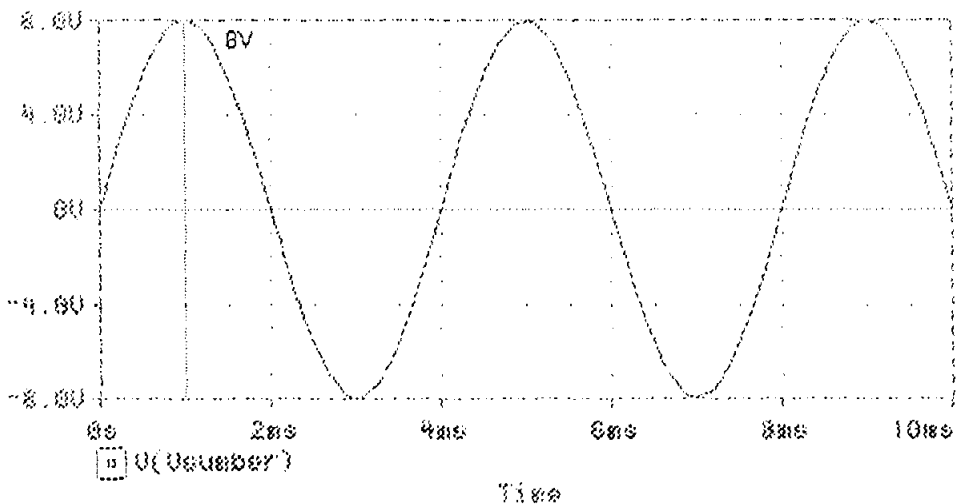
$$\begin{aligned} R_{REF} &= \frac{1}{2} \cdot 2\text{ K} \\ &= 1\text{ K}\Omega. \end{aligned}$$

Adapun Rangkaian Pengukur Rangkaian V_{REF} yang digunakan dapat di lihat pada Gambar 3.7 di bawah ini.

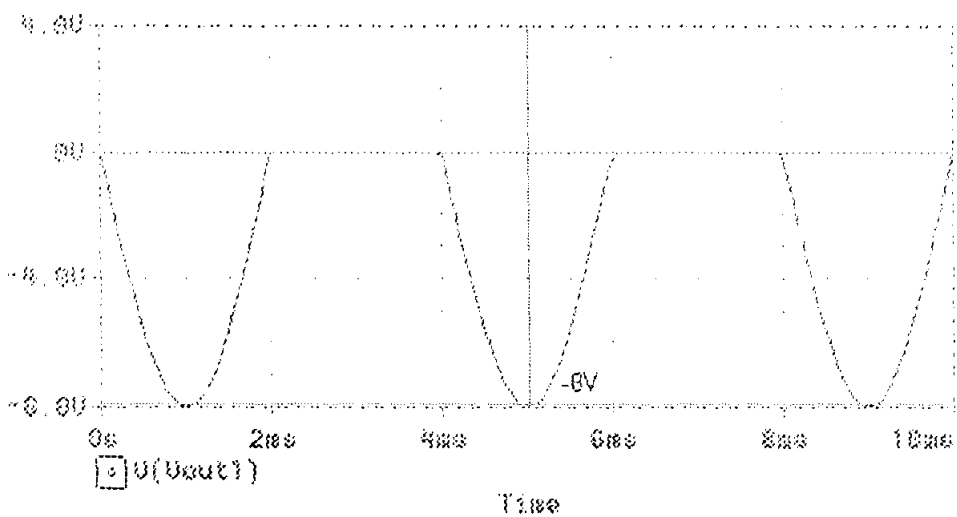


Gambar 3.7. Rangkaian Pengukur V_{REF} dan penyearahnya.

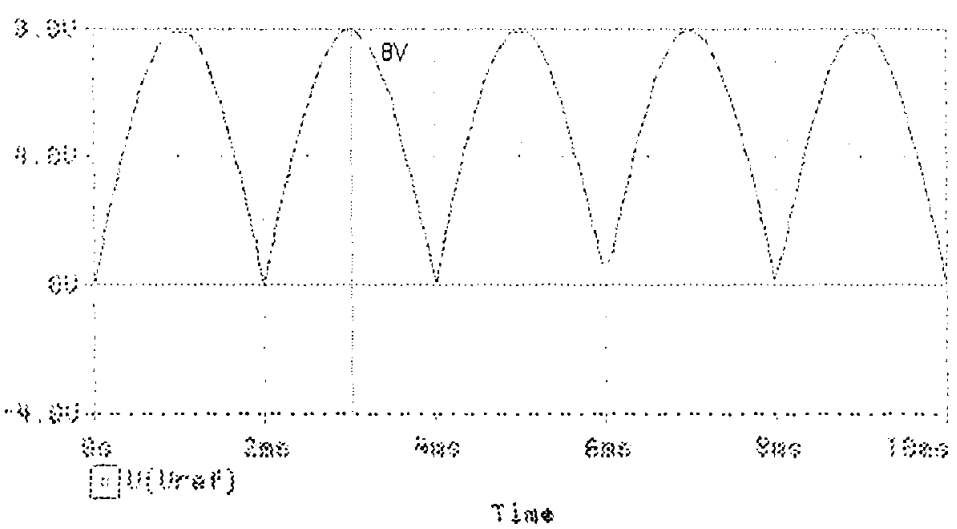
Bentuk-bentuk sinyal yang dihasilkan oleh rangkaian Pengukur V_{REF} dengan menggunakan permisalan tegangan sumber sebesar 8 VAC dapat di lihat pada gambar-gambar dibawah ini:



Gbr. 3.8. Sinyal Tegangan Sumber



Gambar 3.9. Sinyal Tegangan pada titik pengukuran V_{out1} .



Gambar 3.10. Sinyal keluaran pada titik Pengukuran V_{REF} .

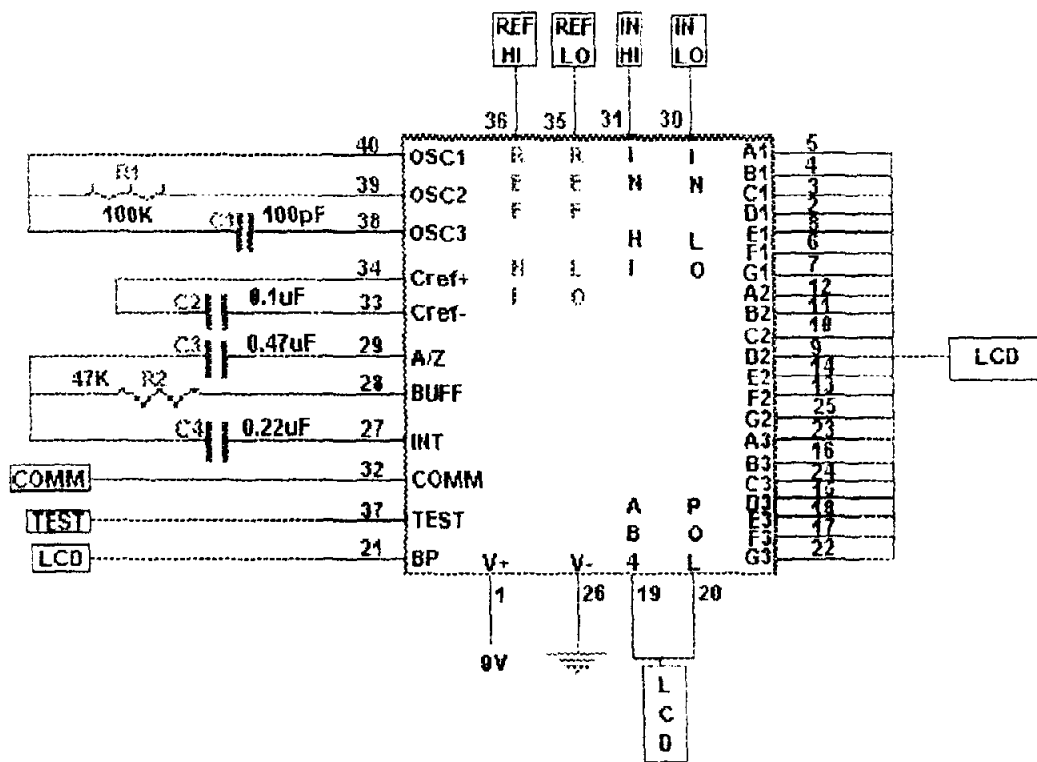
3.5.ANALOG TO DIGITAL CONVERTER (ADC)

ADC yang digunakan didalam pembuatan alat ini adalah MAX ICL7106. ADC ini memiliki impedansi input yang sangat tinggi dan dapat menampilkan data pada layar LCD tanpa memerlukan rangkaian pengendali tambahan lainnya.

Tegangan supply yang diperlukan sebesar 9 Volt, tegangan input yang diperlukan sebesar 200 mV sedangkan tegangan referensinya sebesar 100 mV. Frekwensi yang diperlukan sebesar 48 KHz.

Untuk penampilan angka pada layar LCD menggunakan rumus:

$$\text{Display} = \frac{V_{in}}{\dots} \times 1000 \dots (3.7)$$



Gambar 3.11. Rangkaian ADC MAX ICL7106

BAB IV

PENGUKURAN DAN PENGUJIAN ALAT

BAB IV

PENGUKURAN DAN PENGUJIAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai pengukuran dan pengujian yang dilakukan terhadap alat yang dibuat. Pengukuran dan pengujian perlu dilakukan untuk mendapatkan hasil yang tepat sesuai dengan yang diharapkan. Sebagai standarisasi dari alat ini digunakan alat yang telah ada.

4.1. PENGUKURAN DC TO AC CONVERTER

Pengukuran DC to AC Converter dilakukan dengan memberikan tegangan DC sebesar 9 V secara tetap . Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui apakah terjadi perubahan pada frekuensi dan tegangan yang dihasilkan oleh rangkaian osilator.

Untuk mengetahui data pengukuran DC TO AC CONVERTER sehingga memperoleh tegangan output maksimum dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Pengukuran DC to AC Converter

No.	Harga R	Teg. Output (AC)
1	1K	0.5 V
2	2K	1 V
3	3K	1.5 V
4	4K	2 V
5	5K	2.5 V
6	6K	3 V
7	7K	3.5 V
8	8K	4 V

Tabel 4.1. Pengukuran DC to AC Converter

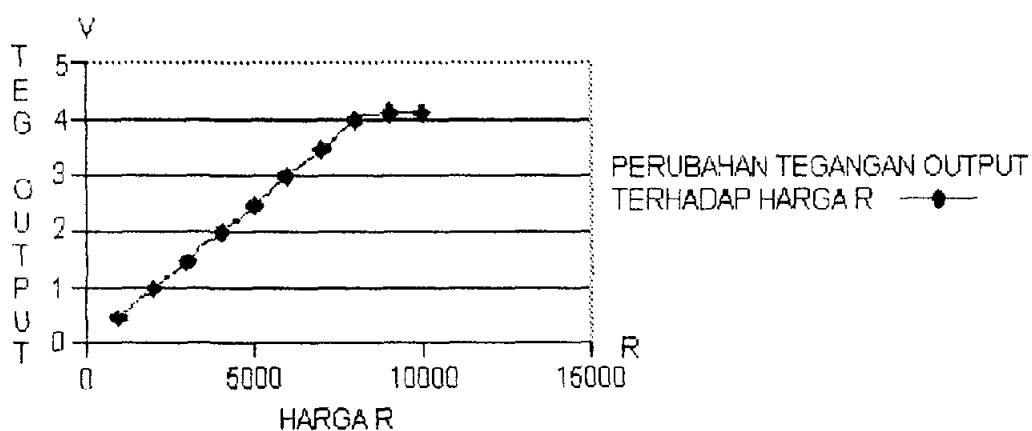
No	Harga R	Teg. Output (AC)
9	9 K	4.13 V
10	10K	4.13 V

Harga frekuensi yang dihasilkan oleh rangkaian osilator sebesar 250 Hz. Frekuensi ini di buat tetap, dimana yang berubah-ubah adalah tegangan outputnya.

Besarnya tegangan maksimum yang dihasilkan oleh DC TO AC CONVERTER sebesar 4.13 VAC.

Tegangan maksimum yang dihasilkan oleh DC TO AC CONVERTER setelah dilewatkan pada transformator penaik tegangan sebesarlah 129 VAC.

Grafik perubahan tegangan yang dihasilkan oleh DC TO AC CONVERTER dan frekuensi dapat di lihat pada Gambar 4.1 dibawah ini.



Gambar 4.1. Grafik Perubahan Tegangan dengan mengubah-ubah harga R.

4.2. PENGUKURAN RANGKAIAN VOLTMETER (V_{IN})

Pengukuran dengan menggunakan rangkaian voltmeter sekaligus untuk menguji apakah rangkaian tersebut dapat bekerja dengan baik atau tidak. Range yang digunakan adalah 200 – 2000 Ohm. Pengukuran ini dilakukan setelah rangkaian DC to AC converter di'ON'kan. Digunakan untuk mengukur tegangan pada area yang dialiri tegangan listrik tersebut secara garis lurus dengan jarak 1 (satu) meter per titik pengukuran, dimana yang bergeser adalah probe 'P' (Gbr. 3.1.).

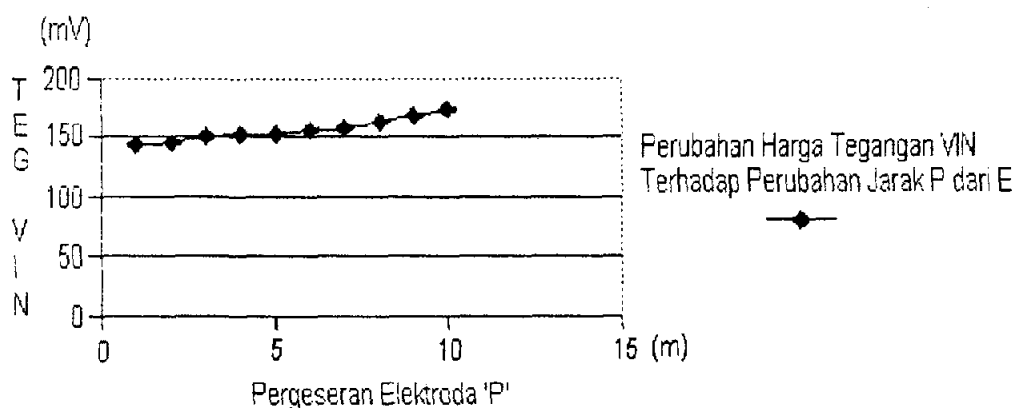
Untuk mengetahui data pengukuran Rangkaian Voltmeter, dimana tegangan catu diatur tetap sebesar 100 VAC sehingga memperoleh Tegangan Input (V_{IN}). Pengukuran pada 10 titik secara garis lurus. Hasil pengukuran Tegangan Input (V_{IN}) dapat dilihat pada Tabel 4.2..

Tabel 4.2. Pengukuran Tegangan Input (V_{IN})

No.	Perubahan Jarak Dalam meter	Teg. V_{IN}
1	1	143 mV
2	2	145 mV
3	3	150 mV
4	4	152 mV
5	5	153 mV
6	6	155 mV
7	7	158 mV
8	8	162 mV
9	9	168 mV
10	10	173 mV

$$\text{Harga } V_{IN} \text{ rata-rata} = \frac{1464}{10} \text{ mV} = 146.6 \text{ mV.}$$

Grafik perubahan tegangan V_{IN} , dimana tegangan catu diatur tetap sebesar 100 V dan pengukuran dilakukan pada 10 titik dengan jarak masing-masing titik 1 (satu) meter dapat dilihat pada Gambar 4.2 di bawah ini.



Gambar 4.2. Grafik Perubahan harga Tegangan V_{IN} dengan 10 titik pengukuran, jarak masing-masing titik 1 (satu) meter.

4.3. PENGUKURAN TEGANGAN REFERENSI (V_{REF})

Pengukuran tegangan referensi dilakukan dengan cara memparalelkan R_D dengan arus ($R_D = 100 \Omega$). Disamping itu untuk mengetahui apakah terjadi perubahan tegangan apabila probe tersebut diubah kedalamannya dan juga untuk mengetahui apakah tegangan sumber (DC) dan tegangan catuan (AC) mengalami perubahan pula.

Untuk mengetahui data pengukuran tegangan referensi dan arus referensi dengan mengatur kedalaman yang berbeda-beda, dapat dilihat pada Tabel 4.3. dibawah ini.

Tabel 4.3. Pengukuran Tegangan Referensi (V_{REF})

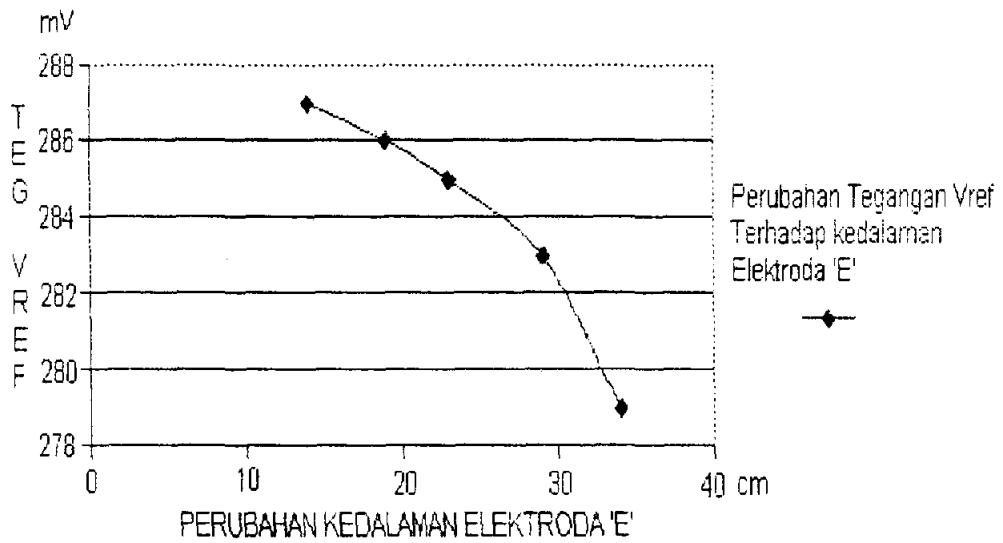
No.	Kedalaman Elektroda 'E' (cm)	V_{REF}	I_{REF} (V_{REF}/R_T)
1	34	279 mV	2.79 mA
2	29	283 mV	2.83 mA
3	23	285 mV	2.85 mA
4	19	286 mV	2.86 mA
5	14	287 mV	2.87 mA

$$\text{Harga } V_{REF} \text{ rata-rata} = \frac{1420}{5} \text{ mV} = 284.$$

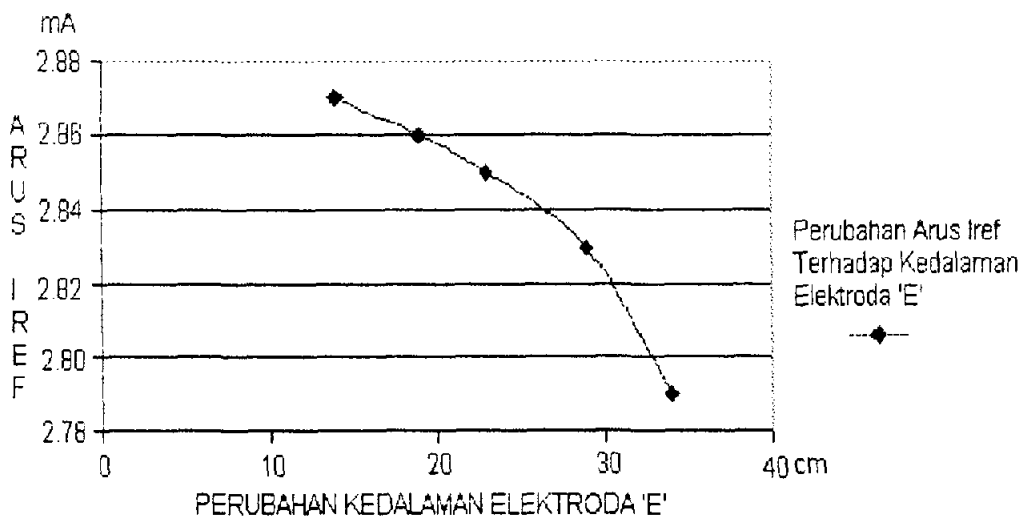
$$\text{Harga } I_{REF} \text{ rata-rata} = \frac{14.2}{5} \text{ mA} = 2.84 \text{ mA}.$$

Pada kondisi ini tegangan catu alat ukur diatur sebesar 100 V, tegangan ini diatur agar tetap selama kedalam elektroda 'E' diubah-ubah.

Grafik perubahan Arus (I_{REF}) dan Tegangan (V_{REF}) dengan pengaturna kedalam elektroda tanah ('E') dapat dilihat pada Gambar 4.3. dan 4.4. dibawah ini.



Gambar 4.3. Grafik Perubahan harga V_{REF} dengan mengubah kedalaman Elektroda 'E'



Gambar 4.4. Grafik perubahan harga I_{REF} dengan mengubah kedalaman Elektroda 'E'

4.4. PENGUKURAN ADC DAN PENAMPILAN LCD

Pengukuran ini dilakukan berdasarkan tegangan V_{IN} yang dibandingkan dengan tegangan V_{REF} , sehingga LCD dapat menampilkan harga pengukuran sesuai dengan yang sebenarnya, dimana elektroda 'E' dan elektroda 'C' tetap, sedangkan elektroda 'P' bergerak lurus.

Untuk memperoleh harga R_{TANAH} sehingga dapat ditampilkan pada layar LCD, maka kita harus berpatokan kepada rumus untuk penampilan display (Persamaan 4).

Dengan demikian maka harga R_{TANAH} dapat diperoleh dengan menggunakan rumus:

$$\text{Harga } R_{TANAH} = (V_{IN} / V_{REF}) \times \text{Range.}$$

Untuk mengetahui data pengukuran harga R_{TANAH} berdasarkan pengukuran V_{IN} , V_{REF} dan I_{REF} (2.84 mA) dapat dilihat pada Tabel 4.4. dibawah ini.

Tabel 4.4. Tabel Perbandingan Harga R_{TANAH} berdasarkan V_{IN} , V_{REF} dan I_{REF} (2.84 mA) pada 10 September 2000, keadaan tanah kering.

No.	Perubahan Jarak (meter)	V_{IN}	V_{REF}	R_{TANAH} (Perhitungan I)	R_{TANAH} (Perhitungan II)
1	1	143 mV	287 mV	49.8	50.3
2	2	145 mV	289 mV	50.1	51
3	3	150 mV	290 mV	51.7	52.8
4	4	152 mV	292 mV	52	53.5
5	5	153 mV	294 mV	52	53.8
6	6	155 mV	293mV	53.1	54.6
7	7	158 mV	292 mV	54.3	55.6
8	8	162 mV	288 mV	56.3	57

Tabel 4.4. Tabel Perbandingan Harga R_{TANAH} berdasarkan V_{IN} , V_{REF} dan I_{REF} (2.84 mA) pada 10 September 2000, keadaan tanah kering.

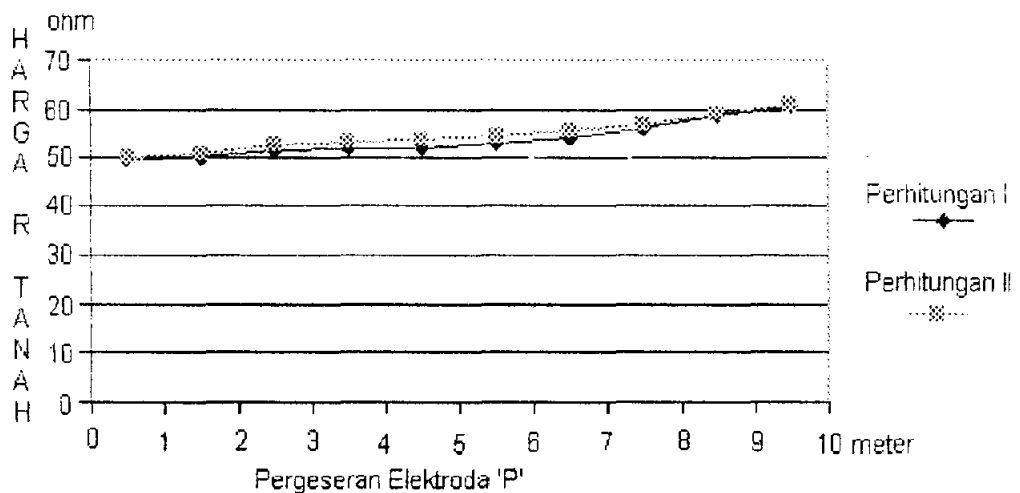
9	9	168 mV	287 mV	58.7	59.1
10	10	173 mV	286 mV	60.6	60.9

$$\text{Harga } R_T \text{ perhitungan I rata-rata} = \frac{538.6}{10} = 53.86 \Omega.$$

$$\text{Harga } R_T \text{ perhitungan II rata-rata} = \frac{548.3}{10} = 54.83 \Omega$$

Pengukuran ini dilakukan dengan mengatur tegangan catu tetap 100 V dan elektroda 'P' ditempatkan pada 10 titik pengukuran dengan jarak masing-masing titik 1 (satu) meter.

Adapun grafik perubahan harga R_T berdasarkan pengukuran V_{IN} , V_{REF} dan I_{REF} (2.84 mA) dapat dilihat pada Gambar 4.5. berikut ini.



Gambar 4.5. Grafik Perbandingan Harga R_{TANAH} berdasarkan perhitungan I dan

II.

Hasil pengukuran dan grafik yang ditunjukkan ini, hasilnya belum diinputkan pada rangkaian display sehingga dapat dilihat kesesuaiannya antara perhitungan dan data pengukuran.

Untuk memastikan bahwa harga R_T tersebut benar maka alat tersebut dibandingkan dengan alat yang sebenarnya. Hasil perbandingan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.5. berikut ini.

Tabel 4.5. Tabel Pengukuran harga R_T dengan menggunakan perbandingan.

No.	Perubahan Jarak (meter)	Harga R_T dalam Ω (Pengukuran)	Harga R_T dalam Ω (Pembanding)
1	1	32.5	38.5
2	2	34.9	40.8
3	3	35.6	42.6
4	4	37.7	43.7
5	5	39.5	44.5
6	6	41.1	44.8
7	7	42.1	45.3
8	8	43.2	47.6
9	9	43.5	49.8
10	10	45.6	51.7

Besar harga tegangan catu pada saat pengukuran baik alat ukur maupun alat uji diatur pada posisi 100 V. Tegangan ini harus tetap selama elektroda 'P' dipindahkan-pindahkan posisinya.

$$\text{Harga } R_{T(\text{Pembanding})} \text{ rata-rata} = \frac{448.3}{10} = 44.83 \Omega$$

$$\text{Harga } R_{T(\text{Pengukuran})} \text{ rata-rata} = \frac{393.7}{10} = 39.37 \Omega$$

$$\text{Presentasi kesalahan harga } R_T = \frac{44.83 - 39.37}{44.83} \times 100\% = 12.1799\%$$

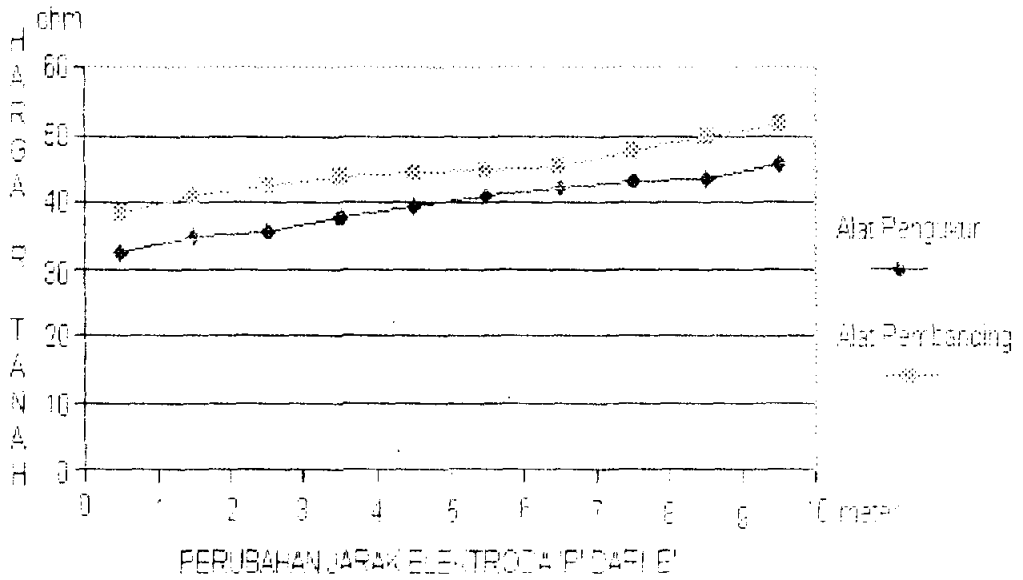
Disamping itu untuk melengkapi data yang ada pada peralatan ini, maka pengukuran saya lakukan berdasarkan kedalaman Elektroda 'E' yang ditanamkan kedalam tanah. Hal ini harus sesuai dengan ketentuan bahwa semakin dalam Elektroda 'E' tersebut ditanam, maka harga tahanan tanah (R_T) semakin kecil.

Data-data tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.6. dibawah ini.

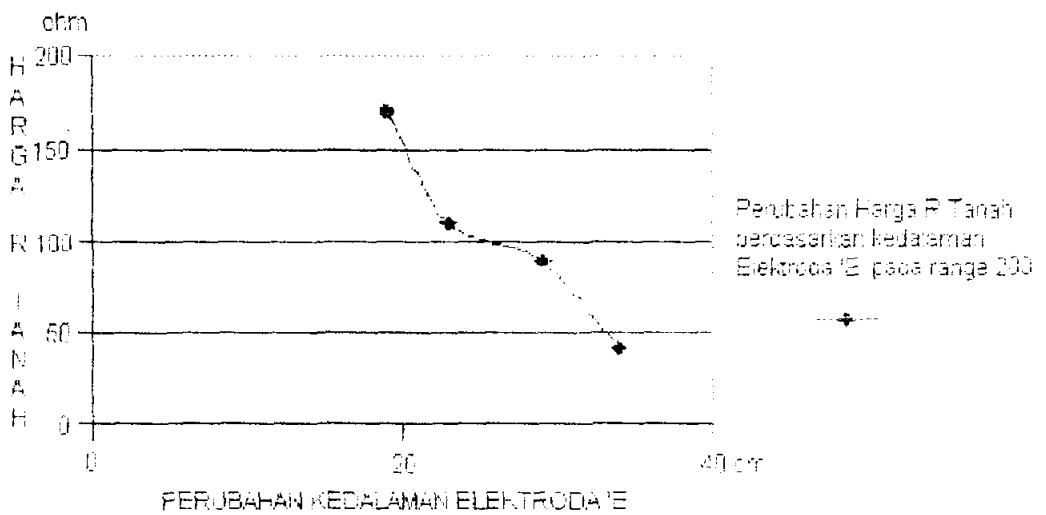
Tabel 4.6. Pengukuran harga R_T dengan variasi kedalaman Elektroda 'E'.

No.	Kedalaman Elektroda 'E' (cm)	Range	
		200 (Ω)	2000 (Ω)
1	34	42.1	43.1
2	29	89.4	90.5
3	23	110.5	111.4
4	19	170.6	172.3
5	14	∞	335.6

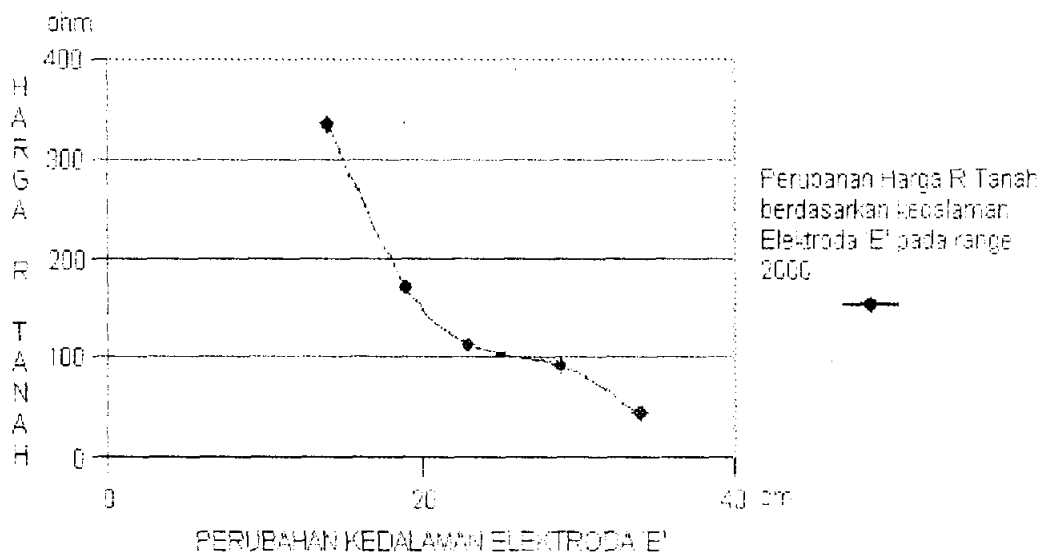
Berdasarkan data pengukuran diatas, maka dapat dibuat suatu grafik perubahan harga R_T seperti pada gambar-gambar dibawah ini:



Gambar 4.6. Harga R_T berdasarkan pengukuran dan pengujian



Gambar 4.7. Perubahan Harga R_T sesuai kedalaman tanah pada range 200



Gambar 4.8. Perubahan Harga R_T sesuai kedalaman tanah pada range 2000

BAB V

PENUTUP

BAB V

P E N U T U P

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari perencanaan dan pembuatan alat serta pengujian alat yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, maka disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

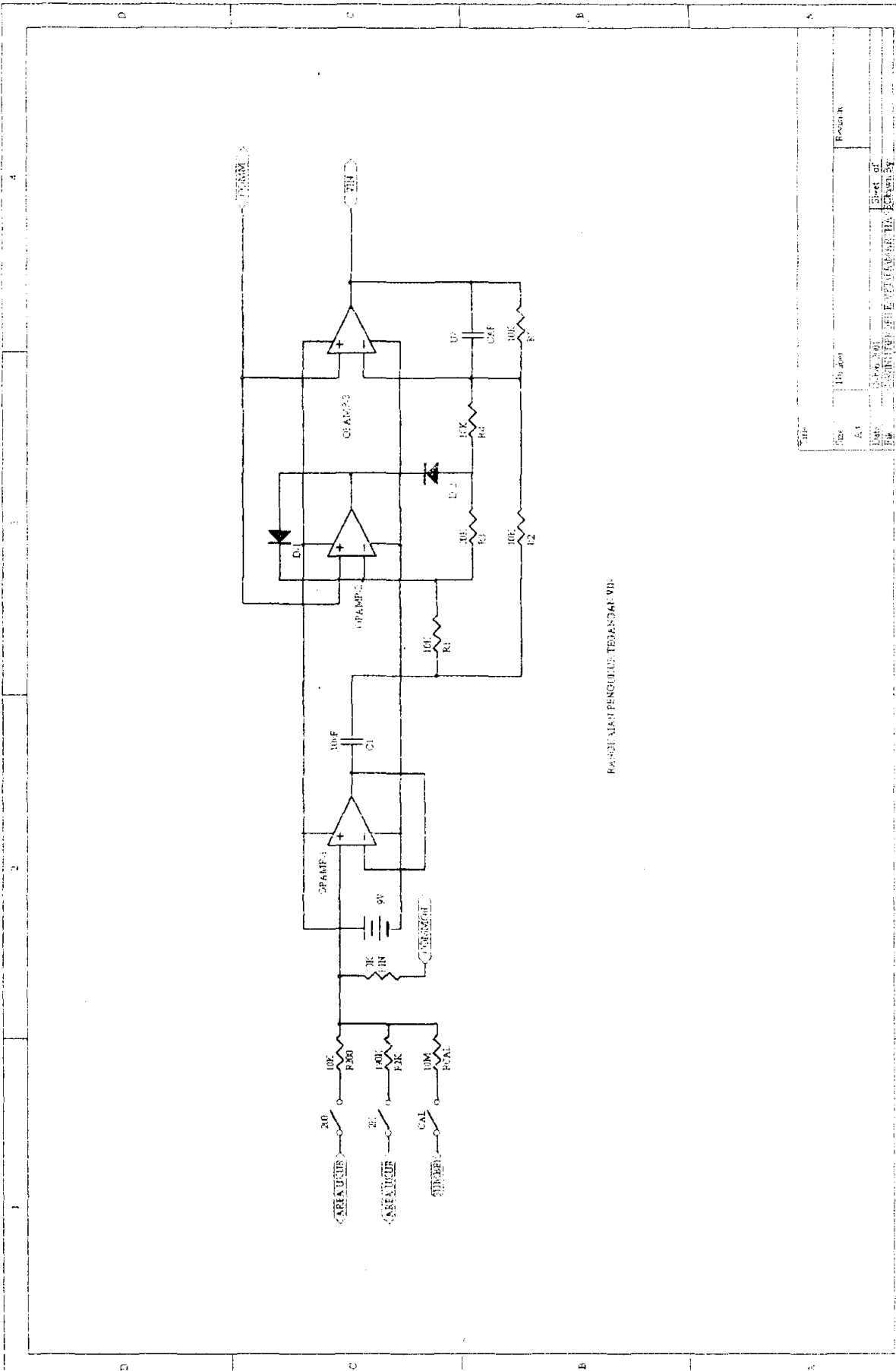
1. Harga rata-rata pengukuran pada Rangkaian Voltmeter (V_{IN}), Tegangan Referensi (V_{REF}) dan Arus Referensi (I_{REF}) dengan menggunakan R_D sebesar 100Ω adalah sebagai berikut:
 1. Harga Tegangan Input (V_{IN}) rata-rata sebesar 142.6 mV .
 2. Harga Tegangan Referensi (V_{REF}) rata-rata sebesar 284 mV .
 3. Harga Arus Referensi (I_{REF}) rata-rata sebesar 2.84 mA .
2. Berdasarkan hasil pengukuran V_{IN} dan V_{REF} , maka kita dapat menentukan besarnya harga tahanan tanah yang ada. Harga tahanan tanah rata-rata sebelum masuk ke rangkaian display adalah sebagai berikut:
 1. Harga RT rata-rata perhitungan I $53.86\ \Omega$.
 2. Harga RT rata-rata perhitungan II $54.83\ \Omega$.Dengan demikian rangkaian ini dapat disimpulkan bekerja dengan baik.
3. Presentase kesalahan harga R_{TANAH} rata-rata menurut pengukuran dan pembandingan sebesar 12.179% .

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

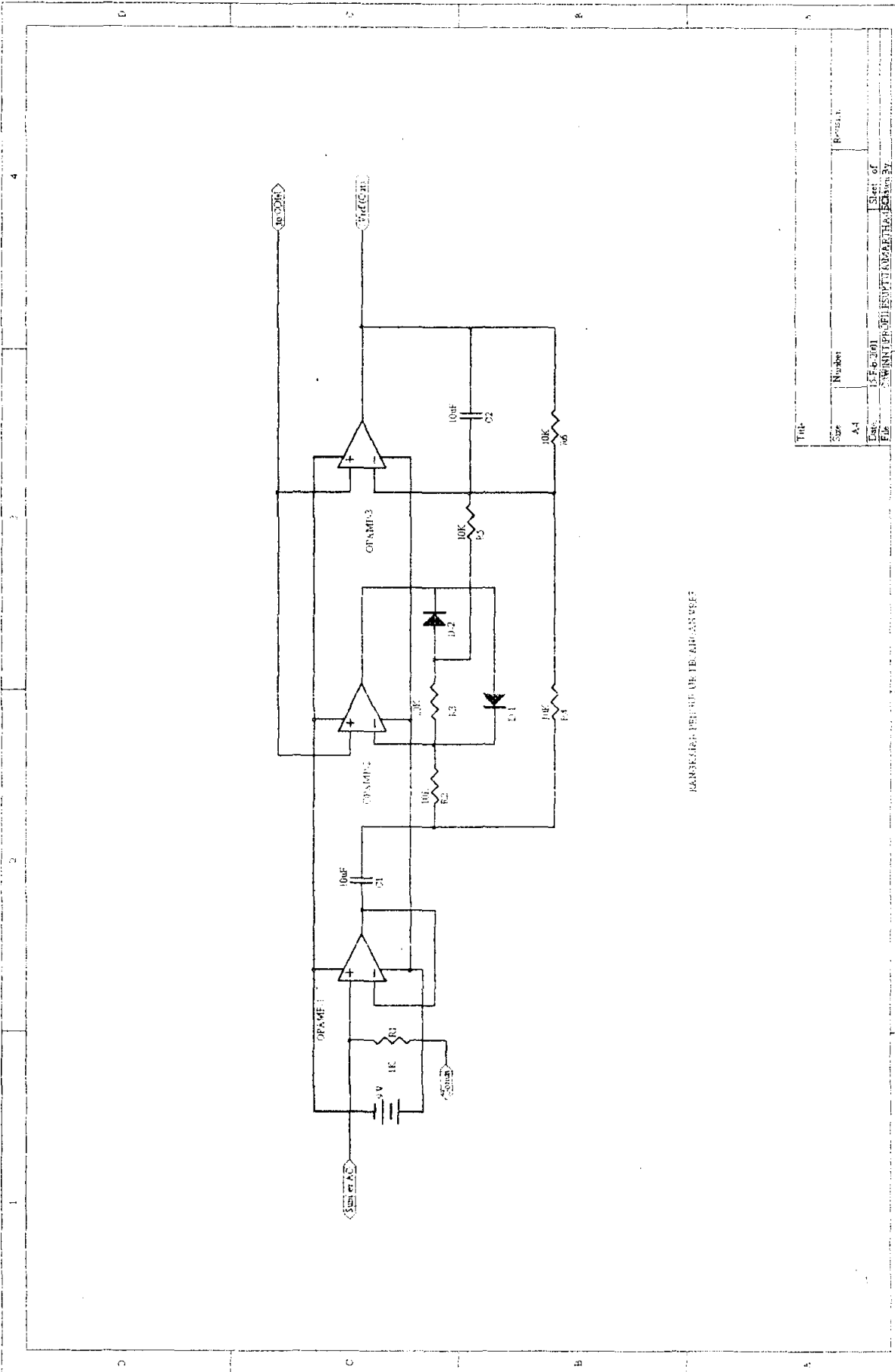
1. Budhianto.Matias H.W., **Elektronika Dasar**, Universitas Satya Wacana, Salatiga, 1988.
2. Green DC, **Pedoman Elektronika II**, Penerbit PT Elex Media Komputindo Gramedia Grup, Jakarta, 1987.
3. Howard M. Rellis, Frank C. Gets, Jr, **Fundamentals of Operational Amplifiers and Linear Integrated Circuit**, Merrill, An Imprint of Macmillan Publishing Company, New York.
4. Pabla A S., Ir. Hadi Abdul, **Sistem Distribusi Daya Listrik**, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1986.
5. Soemitro Herman Widodo, **Penguat Operasional dan Rangkaian Terpadu**, terjemahan Erlangga, Ciracas, Jakarta, 1994.
6. Sutrisno., **Elektronika 2 Teori dan Penerapannya**, Institut Teknologi Bandung, 1987.

LAMPIRAN



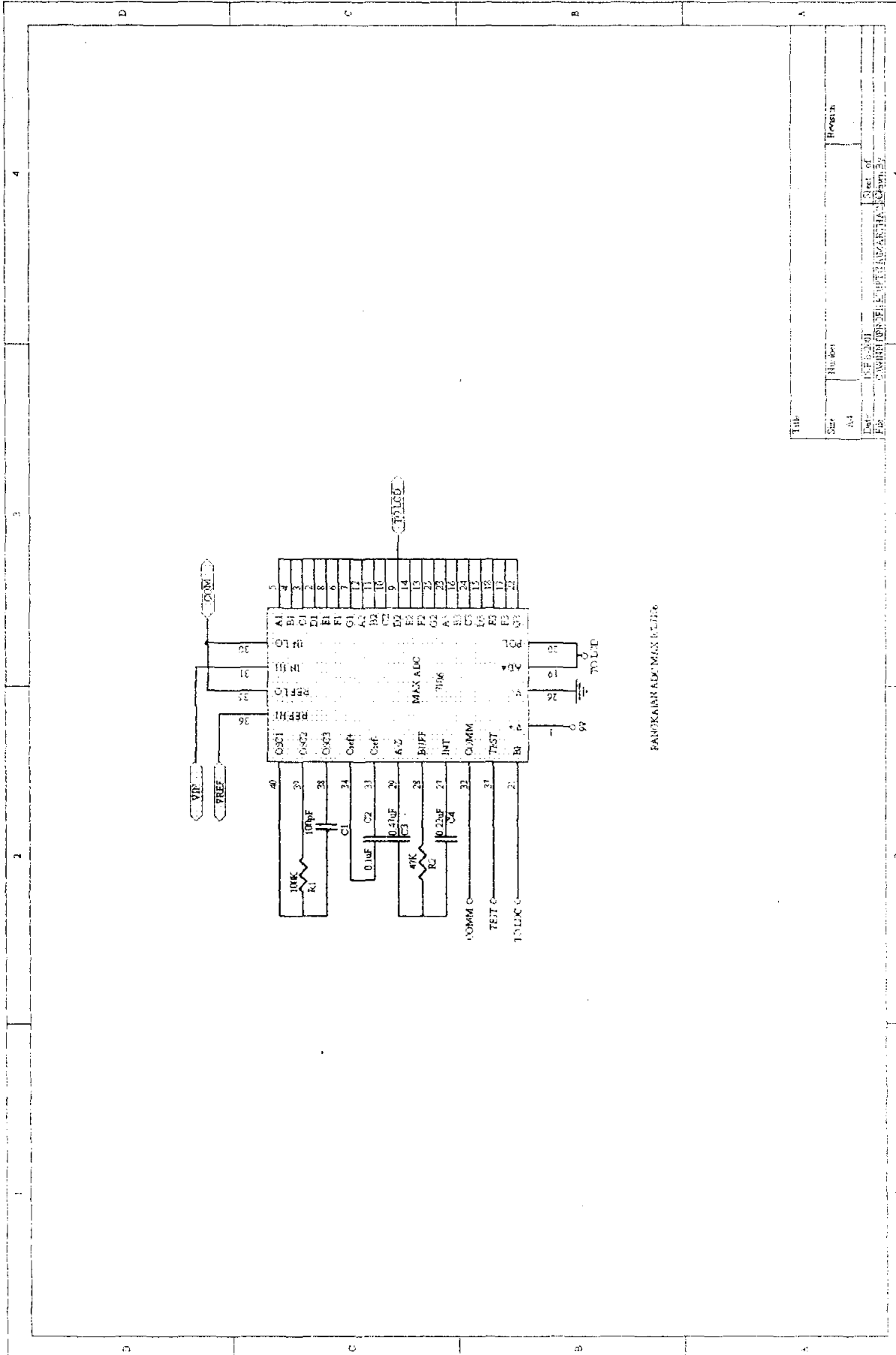
RANGKAIAN PENGUKUT TEGANGAN

No.	10	10	10
Rev.			
A.1			
Dis.			
U.			
TP			
Revisi			
Page			
Page No.			
Total Page			



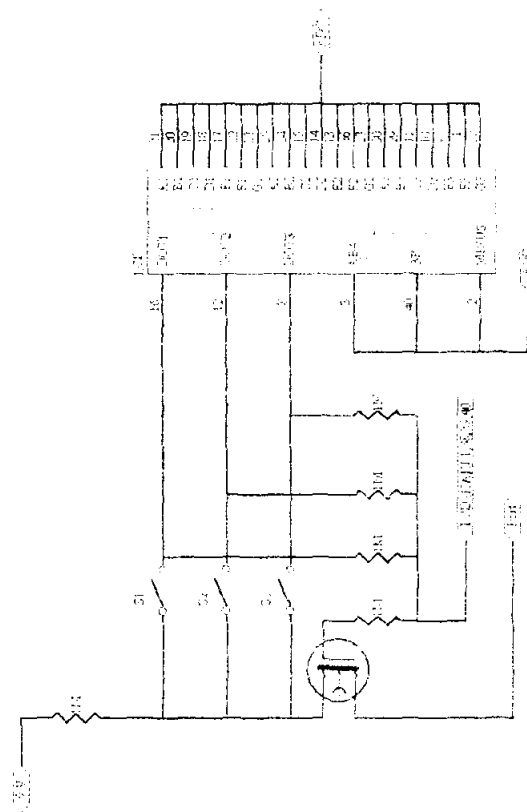
RAMBUAN PERBUATAN ALIRAN

Tipe:	
Size:	Numerik
A4:	
Font:	CEB-Font
File:	RAMBUAN PERBUATAN ALIRAN.PPT
Page:	4



RAKORAN ADC MAX 4224

Title	
Sheet	Number
A4	
Rev	1
File	MAX 4224
Page	1 of 1



Page 11
No. 11
Date: / /
Name: / / /
Class: / / /
Subject: / / /

MAXIM

3 1/2 Digit A/D Converter

ICL7106/7107

General Description

The Maxim ICL7106 and ICL7107 are monolithic analog to digital converters. They have very high input impedances and require no external display drive circuitry. On-board active components include polarity and digit drivers, segment decoders, voltage reference and a clock circuit. The ICL7106 will directly drive a non-multiplexed liquid crystal display (LCD) whereas the ICL7107 will directly drive a common anode light emitting diode (LED) display.

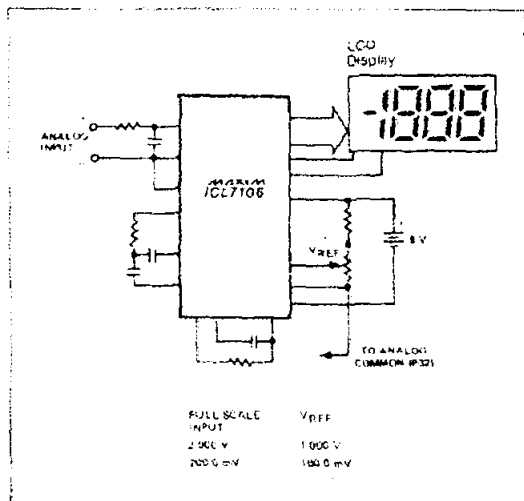
Versatility and accuracy are inherent features of these converters. The dual-slope conversion technique automatically rejects interference signals common in industrial environments. The true differential input and reference are particularly useful when making ratiometric measurements (ohms or bridge transducers). Maxim has added a zero-integrator phase to the ICL7106 and ICL7107, eliminating overrange hangover and hysteresis effects. Finally, these devices offer high accuracy by lowering rollover error to less than one count and zero reading drift to less than 1µV/°C.

Applications

These devices can be used in a wide range of digital panel meter applications. Most applications, however, involve the measurement and display of analog data:

- | | |
|-------------|--------------------|
| Pressure | Conductance |
| Voltage | Current |
| Resistance | Speed |
| Temperature | Material Thickness |

Typical Operating Circuit



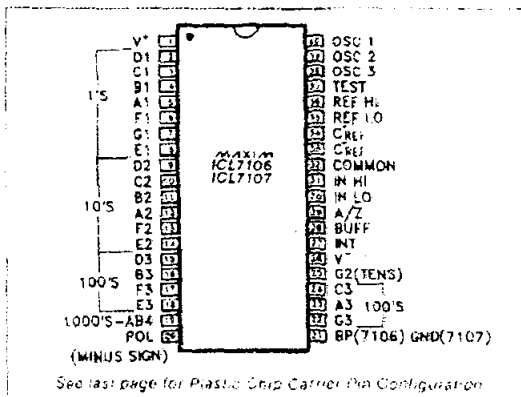
Features

- ◆ Improved 2nd Source! (See 3rd page for "Maxim Advantage™")
- ◆ Guaranteed first reading recovery from overrange
- ◆ On board Display Drive Capability—no external circuitry required
LCD-ICL7106
LED-ICL7107
- ◆ High Impedance CMOS Differential Inputs
- ◆ Low Noise (< 15µV p-p) without hysteresis or overrange hangover
- ◆ Clock and Reference On-Chip
- ◆ True Differential Reference and Input
- ◆ True Polarity Indication for Precision Null Applications
- ◆ Monolithic CMOS design

Ordering Information

PART	TEMP. RANGE	PACKAGE
ICL7106CPL	0°C to -70°C	40 Lead Plastic DIP
ICL7106CJL	0°C to +70°C	40 Lead CERDIP
ICL7106CQH	0°C to +70°C	44 Lead Plastic Chip Carrier
ICL7106C/D	0°C to +70°C	Dice
ICL7107CPL	0°C to +70°C	40 Lead Plastic DIP
ICL7107CJL	0°C to +70°C	40 Lead CERDIP
ICL7107CQH	0°C to +70°C	44 Lead Plastic Chip Carrier
ICL7107C/D	0°C to +70°C	Dice

Pin Configuration



The "Maxim Advantage™" signifies an upgraded quality level. At no additional cost we offer a second-source device that is subject to the following: guaranteed performance over temperature along with tighter test specifications on many key parameters; and device enhancements, when needed, that result in improved performance without changing the functionality.

ICL7106/7107

3 1/2 Digit A/D Converter

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Supply Voltage	
ICL7106, V+ to V-	15V
ICL7107, V+ to GND	+6V
ICL7107, V- to GND	-9V
Analog Input Voltage (either input)(Note 1)	V+ to V-
Reference Input Voltage (either input)	V+ to V-
Clock Input	
ICL7106	TEST to V+
ICL7107	GND to V+

Power Dissipation (Note 2)	
Plastic Package	1000mW
Operating Temperature	0°C to +70°C
Storage Temperature	-65°C to +160°C
Lead Temperature (Soldering, 60 sec)	+300°C

Note 1: Input voltages may exceed the supply voltages, provided the input current is limited to $\pm 100\mu\text{A}$.

Note 2: Dissipation rating assumes device is mounted with all leads soldered to printed circuit board.

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

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Note 3)

CHARACTERISTICS	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Zero Input Reading	V _{IN} = 0.0V Full Scale = 200.0mV	-000.0	±000.0	+000.0	Digital Reading
Ratiometric Reading	V _{IN} = V _{REF} V _{REF} = 100mV	999	999/1000	1000	Digital Reading
Rollover Error (Difference in reading for equal positive and negative reading near Full Scale)	-V _{IN} = +V _{IN} = 200.0mV	-1	±2	+1	Counts
Linearity (Max. deviation from best straight line fit)	Full scale = 200mV or full scale = 2.000V	-1	±2	+1	Counts
Common Mode Rejection Ratio (Note 4)	V _{CM} = ±3V, V _{IN} = 0V Full Scale = 200.0mV		50		$\mu\text{V}/\text{V}$
Noise (Pk-Pk value not exceeded 95% of time)	V _{IN} = 0V Full Scale = 200.0mV		15		μV
Input Leakage Current	V _{IN} = 0		1	10	μA
Zero Reading Drift	V _{IN} = 0 0° < T _A < 70°C		0.2	1	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Scale Factor Temperature Coefficient	V _{IN} = 199.0mV 0° < T _A < 70°C (Ext. Ref. 0ppm/°C)		1	5	ppm/°C
V+ Supply Current (Does not include LED current for 7107)	V _{IN} = 0		0.8	1.8	mA
V- supply current 7107 only			0.6	1.8	mA
Analog Common Voltage (With respect to Pos. Supply)	25k Ω between Common & Pos. Supply	2.4	2.8	3.2	V
Temp. Coeff. of Analog Common (With respect to Pos. Supply)	25k Ω between Common & Pos. Supply		80		ppm/°C
7106 ONLY Pk-Pk Segment Drive Voltage, Pk-Pk Backplane Drive Voltage (Note 5)	V+ to V- = 9V	4	5	6	V
7107 ONLY Segment Sinking Current (Except Pin 19)	V+ = 5.0V Segment voltage = 3V	5	8.0		mA
(Pin 19 only)		10	16		mA

Note 3: Unless otherwise noted, specifications apply to both the 7106 and 7107 at T_A = 25°C, f_{CLOCK} = 48kHz. 7106 is tested in the circuit of Figure 1. 7107 is tested in the circuit of Figure 2.

Note 4: Refer to "Differential Input" discussion.

Note 5: Backplane drive is in phase with segment drive for "off" segment, 180° out of phase for "on" segment. Frequency is 20 times conversion rate. Average DC component is less than 50mV.

The electrical characteristics above are a reproduction of a portion of Intersil's copyrighted (1983/1984) data book. This information does not constitute any representation by Maxim that Intersil's products will perform in accordance with these specifications. The "Electrical Characteristics Table" along with the descriptive excerpts from the original manufacturer's data sheet have been included in this data sheet solely for comparative purposes.



3 1/2 Digit A/D Converter

- ◆ Guaranteed Overload Recovery Time
- ◆ Significantly Improved ESD Protection (Note 7)
- ◆ Low Noise
- ◆ Key Parameters Guaranteed over Temperature
- ◆ Negligible Hysteresis
- ◆ Maxim Quality and Reliability
- ◆ Increased Maximum Rating for Input Current (Note 8)

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS: This device conforms to the Absolute Maximum Ratings on adjacent page.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS: Specifications below satisfy or exceed all "tested" parameters on adjacent page.

(V⁺ = 9V, T_A = 25°C, f_{CLOCK} = 49KHz; test circuit - Figure 1; unless noted)

PARAMETERS	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Zero Input Reading	V _{IN} = 0.0V, Full Scale = 200.0mV T _A = 25°C (Note 6) 0° ≤ T _A ≤ 70°C (Note 10)	000.0 -000.0	±000.0 ±000.0	+000.0 +000.0	Digital Reading
Ratiometric Reading	V _{IN} = V _{REF} , V _{REF} = 100mV T _A = 25°C (Note 6) 0° ≤ T _A ≤ 70°C (Note 10)	999 998	999/1000 999/1000	1000 1001	Digital Reading
Rollover Error (Difference in reading for equal positive and negative reading near Full Scale)	-V _{IN} = +V _{IN} = 200.0mV T _A = 25°C (Note 6) 0° ≤ T _A ≤ 70°C (Note 10)	-1	±2 ±2	+1	Counts
Linearity (Max. deviation from best straight line fit)	Full Scale = 200.0mV or full scale = 2.000V	-1	±2	+1	Counts
Common Mode Rejection Ratio	V _{CM} = ±1V, V _{IN} = 0V Full Scale = 200.0mV		50		μV/V
Noise (Pk-Pk value not exceeded 95% of time)	V _{IN} = 0V Full Scale = 200.0mV		15		μV
Input Leakage Current	V _{IN} = 0 T _A = 25°C (Note 6) 0° ≤ T _A ≤ 70°C		1 20	10 200	pA
Zero Reading Drift	V _{IN} = 0 0° ≤ T _A ≤ 70°C (Note 6)		0.2	1	μV/°C
Scale Factor Temperature Coefficient	V _{IN} = 199.0mV 0° ≤ T _A ≤ 70°C (Ext. Ref. Oppm/°C) (Note 6)		1	5	ppm/°C
V ⁻ Supply Current (Does not include LED current for 7107)	V _{IN} = 0 T _A = 25°C 0° ≤ T _A ≤ 70°C		0.6	1.8 2	mA
V ⁺ Supply Current (7107 only)			0.6	1.8	mA
Analog Common Voltage (with respect to Pos. Supply)	25kΩ between Common & Pos. Supply	2.4	2.8	3.2	V
Temp. Coeff. of Analog Common (with respect to Pos. Supply)	25kΩ between Common & Pos. Supply		75		ppm/°C
7106 Only (Note 5) Pk-Pk Segment Drive Voltage, Pk-Pk Backplane Drive Voltage	V ⁺ to V ⁻ = 9V	4	5	6	V
7107 Only—Segment Sinking Current (Except Pin 19) (Pin 19 only)	V ⁻ = 5.0V Segment Voltage = 3V	5 10	8.0 16		mA mA
7106 Only—Test Pin Voltage	With Respect to V ⁻	4	5	6	V
Overload Recovery Time (Note 9)	V _{IN} changing from ±10V to 0V		0	1	Measurement Cycles

Note 6: Test condition is V_{IN} applied between pin IH-HI and IN-LO through a 1MΩ series resistor as shown in Figures 1 and 2.

Note 7: All pins are designed to withstand electrostatic discharge (ESD) levels in excess of 2000V. (Test circuit per MIL Std 883, Method 3015.1)

Note 8: Input voltages may exceed the supply voltage provided the input current is limited to ±1mA (This revises Note 1 on adjacent page).

Note 9: Number of measurement cycles for display to give accurate reading.

Note 10: 1MΩ resistor is removed in Figure 1 and 2.

ICL7106/7107

3 1/2 Digit A/D Converter

ICL7106/7107

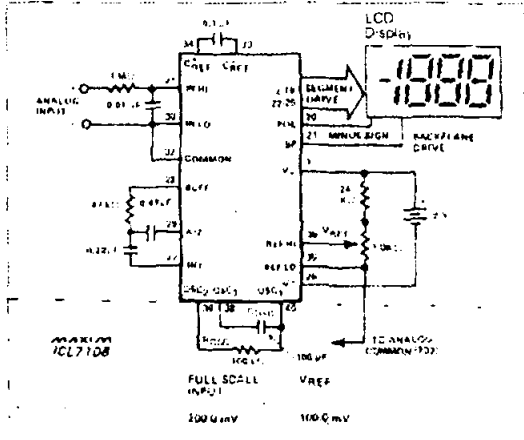


Figure 1. Maxxim ICL7106 Typical Operating Circuit

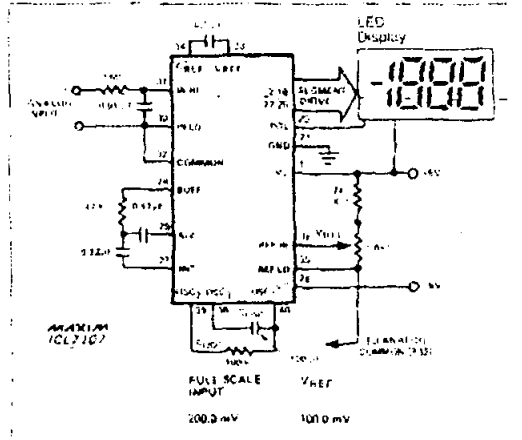


Figure 2. Maxxim ICL7107 Typical Operating Circuit

Analog Section

Figure 3 shows the Block Diagram of the Analog Section for the ICL7136. Each measurement cycle is divided into four phases:

1. Auto-Zero (A-Z)
2. Signal Integrate (INT)
3. Reference De-integrate (DI)
4. Zero Integrator (ZI)

Auto-Zero Phase

Three events occur during auto-zero. The inputs, IN-HI and IN-LO, are disconnected from the pins and internally shorted to analog common. The reference capacitor is charged to the reference voltage. And lastly, a feedback loop is closed around the system to charge the auto-zero capacitor C_{AZ} to compensate for offset voltages in the comparator, buffer amplifier and integrator. The inherent noise of the system determines the A-Z accuracy.

Signal Integrate Phase

The internal input high (IN-HI) and input low (IN-LO) are connected to the external pins; the internal short is removed and the auto-zero loop is opened. The converter then integrates the differential voltage between IN-HI and IN-LO for a fixed time. This differential voltage can be within a wide common-mode range (within one volt of either supply). If, however, the input signal has no return with respect to the converter power supply, IN-LO can be tied to analog common to establish the correct common-mode voltage. The polarity of the integrated signal is determined at the end of this phase.

Reference De-Integrate

IN-HI is connected across the previously charged reference capacitor and IN-LO is internally connected to analog common. Circuitry within the chip ensures that the capacitor will be connected with the correct polarity to cause the integrator output to return to zero. The input signal determines the time required for the output to return to zero. The digital reading displayed is:

$$1000 \times \frac{V_{IN}}{V_{REF}}$$

Zero Integrator Phase

Input low is shorted to analog COMMON and the reference capacitor is charged to the reference voltage. A feedback loop is closed around the system to input high, causing the integrator output to return to zero. This phase normally lasts between 11 and 140 clock pulses but is extended to 740 clock pulses after a "heavy" over-range conversion.

Differential Reference

The reference voltage can be generated anywhere within the power supply voltage of the converter. The main source of common-mode error is a rollover voltage. This is caused by the reference capacitor losing or gaining charge to stray capacitance on its nodes. The reference capacitor can gain charge (increase voltage) if there is a large common-mode voltage. This happens during de-integration of a positive signal. In contrast, the reference capacitor will lose charge (decrease voltage) when de-integrating a negative input signal. Rollover error is caused by this difference in reference for positive or negative input voltages. This error can be held to less than half a count for the worst-case condition by selecting a reference capacitor that is large enough in comparison to the stray capacitance. (See component value selection.)

Differential Input

Differential voltages anywhere within the common-mode range of the input amplifier can be accepted by the input (specifically from 1V below the positive supply to 1.5V above the negative supply). The system has a CMRR of 86dB (typ) in this range. Care must be exercised, however, to ensure that the integrator output does not saturate, since the integrator follows the common-mode voltage. A large positive common-mode voltage with a near full-scale negative differential input voltage is a worst-case condition. When most of the integrator output swing has been used up by the positive common-mode voltage, the negative input signal drives the integrator more positive. The integrator swing can be reduced to less than the recommended 2V full-scale swing with no loss of accuracy in these critical

MAXIM

3½ Digit A/D Converter

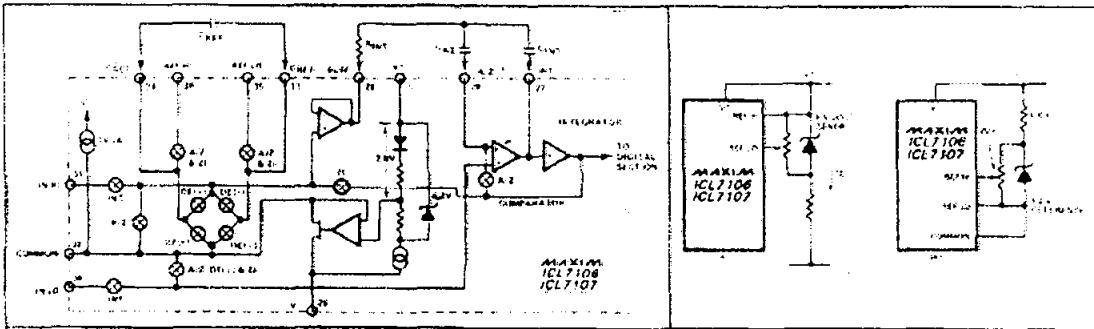


Figure 3. Analog Section of ICL7106/ICL7107

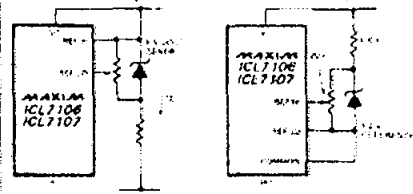


Figure 4. Using an External Reference

applications. The integrator output can swing within 0.3V of either supply without loss of linearity.

Analog Common

The primary purpose of this pin is to set the common-mode voltage for battery operation. This is useful when using the ICL7106, or for any system where the input signals are floating with respect to the power supply. A voltage of approximately 2.8V less than the positive supply is set by this pin. The analog common has some of the attributes of a reference voltage. If the total supply voltage is large enough to cause the zener to regulate ($> 7V$), the common voltage will have a low output impedance (approximately 15Ω), a temperature coefficient of typically $80\text{ppm}/^\circ\text{C}$, and a low voltage coefficient ($.001\%$).

The internal heating of the ICL7107 by the LED display drivers degrades the stability of Analog Common. The power dissipated by the LED display drivers changes with the displayed count, thereby changing the temperature of the die, which in turn results in a small change in the Analog Common voltage. This combination of variable power dissipation, thermal resistance, and temperature coefficient causes a $25\text{--}80\mu\text{V}$ increase in noise near full scale. Another effect of LED display driver power dissipation can be seen at the transition between a full scale reading and an overload condition. Overload is a low power dissipation condition since the three least significant digits are blanked in overload. On the other hand, a near full scale reading such as 1999 has many segments turned on and is a high power dissipation condition. The difference in power dissipation between overload and full scale may cause a ICL7107 with a negative temperature coefficient reference to cycle between overload and a near full scale display as the die alternately heats and cools. A ICL7107 with a positive TC reference will exhibit hysteresis under these conditions: once put into overload by a voltage just barely more than full scale, the voltage must be reduced by several counts before the ICL7107 will come out of overload.

None of the above problems are encountered when using an external reference. The ICL7106, with its low power dissipation, has none of these problems with either an external reference or when using Analog Common as a reference.

During auto-zero and reference integrate the internal input low is connected to Analog Common. If IN-LO is different from analog-common, a common-mode voltage exists in the system and is taken care of by the excellent CMRR of the converter. In some applications, however, IN-LO will be set at a fixed known voltage (e.g., power supply common). Whenever possible analog common should be tied to the same point, thus removing the common-mode voltage from the converter. The same holds true for the reference voltage. If convenient, REF-LO should be connected to analog common. This will remove the common-mode voltage from the reference system.

Analog Common is internally tied to an N-channel FET that can sink 30mA or more of current. This will hold the Analog Common voltage 2.8V below the positive supply (when a source is trying to pull the common line positive). There is only $10\mu\text{A}$ of source current, however, so COMMON may easily be tied to a more negative voltage, thus over-riding the internal reference.

Test

Two functions are performed by the test pin. The first is using this pin as the negative supply for externally generated segment drivers or any other annunciators the user may want to include on the LCD. This pin is coupled to the internally generated digital supply through a 500Ω resistor. This application is illustrated in Figures 5 & 6.

A lamp test is the second function. All segments will be turned on and the display should read - 1888, when TEST is pulled high ($V+$).

Caution: In the lamp test mode, the segments have a constant dc voltage (no square wave). This can burn the LCD if left in this mode for several minutes.

3 1/2 Digit A/D Converter

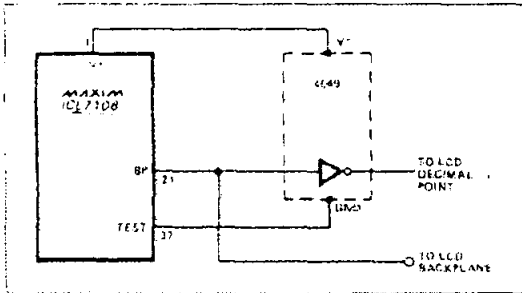


Figure 5A. Fixed Decimal Point Drivers

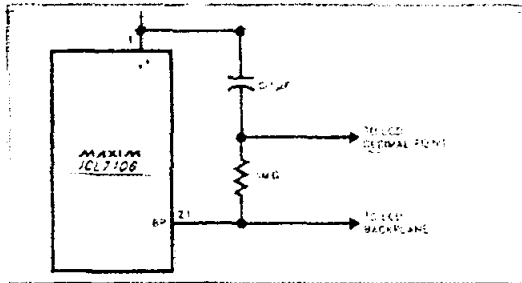


Figure 5B. Fixed Decimal Point Drivers

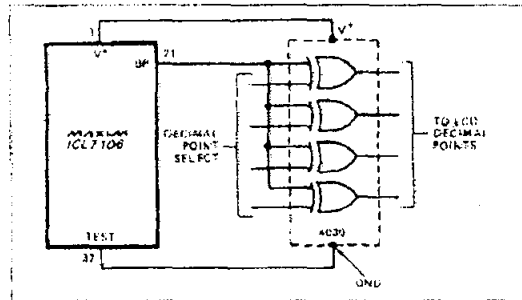


Figure 6. Exclusive "OR" Gate for Decimal Point Drive

Digital Section

The digital section for the ICL7106 and ICL7107 is illustrated in Figures 8 and 9. In Figure 8, an internal digital ground is generated from a 6V zener diode and a large P-channel source follower. This supply is made stiff to absorb the large capacitive currents when the back plane (BP) voltage is switched. The BP frequency is calculated by dividing the clock frequency by 800. For example, with a clock frequency of 48kHz (3 readings per second), the backplane will be a 60Hz square wave with a nominal amplitude of 5V. The segments are driven at the same frequency and amplitude. Note that these are out-of-phase when the segment is ON and in-phase when OFF. Negligible dc voltage exists across the segments in either case.

The ICL7107 is identical to the ICL7106 except that the backplane and drivers have been replaced by N-channel segment drivers. The ICL7107 is designed to drive common anode LED's with a typical segment current of 8mA. Pin 19 (thousands digit output) sinks current from two LED segments, and has a 16mA drive capability.

The polarity indication is "on" for negative analog inputs, for both the ICL7106 and ICL7107. If desired IN-HI and IN-LO can be reversed giving a "on" for positive analog inputs.

System Timing

The clocking circuitry for the ICL7106 and ICL7107 is illustrated in Figure 7. Three approaches can be used:

1. A crystal between pins 39 and 40.
2. An external oscillator connected to pin 40.
3. An RC oscillator using all three pins.

The decade counters are driven by the clock frequency divided by four. This frequency is then further divided to form the four convert-cycle phases, namely: signal integrate (1000 counts), reference de-integrate (0 to 2000 counts), auto-zero (260 to 2999 counts) and zero integrator (11 to 740).

The signal integration should be a multiple of 60Hz to achieve a maximum rejection of 60Hz pickup. Oscillator frequencies of 30kHz, 40kHz, 48kHz, 60kHz, 80kHz, 120kHz, 240kHz, etc., should be selected. Similarly, for 50Hz rejection, oscillator frequencies of 200kHz, 100kHz, 66 2/3kHz, 50kHz, 40kHz, etc., are appropriate. Note that 40kHz (2.5 readings/second) will reject both 50 and 60Hz (also 400 and 440Hz).

Auto-zero receives the unused portion of reference deintegrate for signals less than full-scale. A complete measurement cycle is 4,000 counts (10,000 clock pulses), independent of input voltage. As an example, an oscillator frequency of 48kHz would be used to obtain three readings per second.

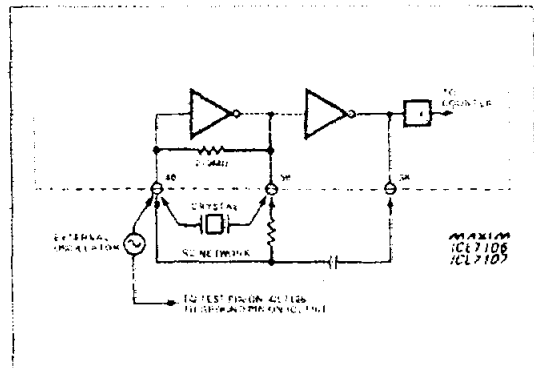


Figure 7. Clock Circuits

3½ Digit A/D Converter

ICL7106/7107

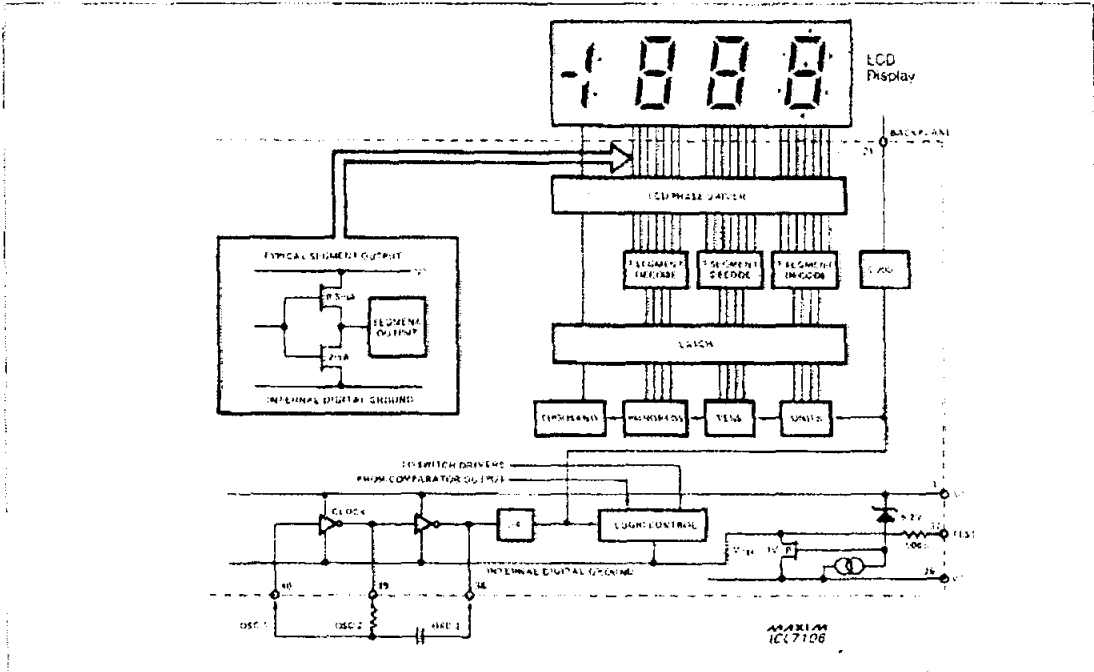


Figure 8. ICL7106 Digital Section

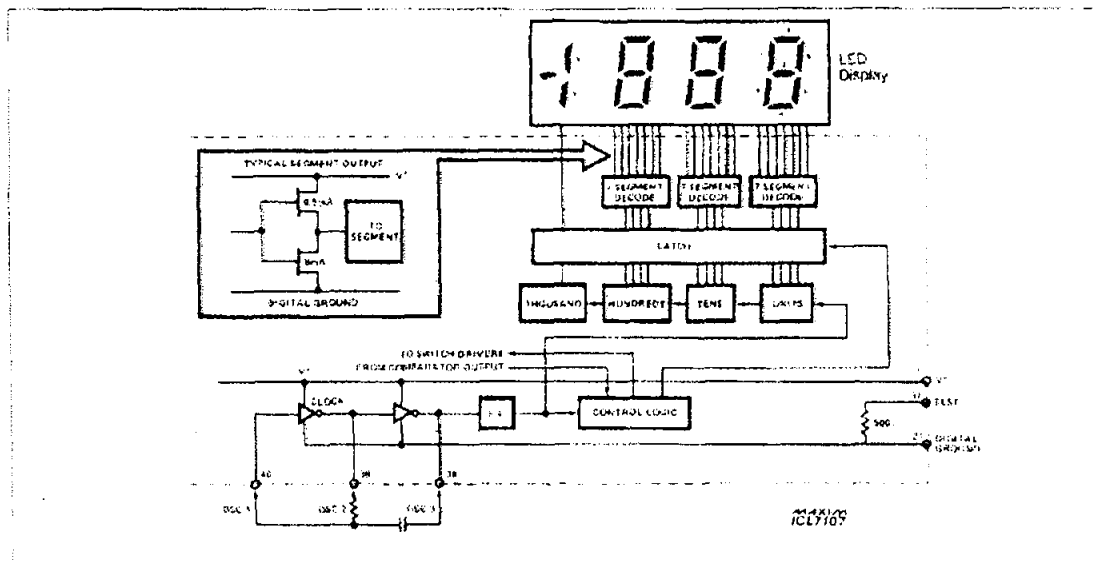


Figure 9. ICL7107 Digital Section

3½ Digit A/D Converter

ICL7106/7107

Component Value Selection

Auto-Zero Capacitor

The noise of the system is influenced by the auto-zero capacitor. For the 2V scale, a 0.047µF capacitor is adequate. A capacitor size of 0.47µF is recommended for 200mV full scale where low noise operation is very important. Due to the Z1 phase of Maxim's ICL7106/7, noise can be reduced by using a larger auto-zero capacitor without causing hysteresis or overrange hangover problems seen in other manufacturers' ICL7106/7 which do not have the Z1 phase.

Reference Capacitor

For most applications, a 0.1µF capacitor is acceptable. However, a large value is needed to prevent rollover error where a large common-mode voltage exists (i.e., the REF-LO pin is not at analog common) and a 200mV scale is used. Generally, the roll over error will be held half a count by using a 1.0µF capacitor.

Integrating Capacitor

To ensure that the integrator will not saturate (at approximately 0.3V from either supply), an appropriate integrating capacitor must be selected. A nominal ±2V full-scale integrator swing is acceptable for the ICL7106 or ICL7107 when the analog common is used as a reference. A nominal ±3.5 to 4 volt swing is acceptable for the ICL7107 with a ±5V supply and analog common tied to supply ground. The nominal values for C_{INT} is 0.22µF for three readings per second. (48kHz clock). These values should be changed in inverse proportion to maintain the same output swing if different oscillator frequencies are used.

The integrating capacitor must have low dielectric absorption to minimize linearity errors. Polypropylene capacitors are recommended for this application.

Integrating Resistor

The integrator and the buffer amplifier both have a class A output stage with 100µA of quiescent current. 20µA of drive current can be supplied with negligible non-linearity. This resistor should be large enough to maintain the amplifiers in the linear region over the entire input voltage range. The resistor value, however, should be low enough that undue leakage requirements are not placed on the PC boards. For a 200mV scale, a 47KΩ resistor is recommended; (2V scale/470KΩ).

Oscillator Components

A 100KΩ resistor is recommended for all ranges of frequency. By using the equation $f = 0.45/RC$, the capacitor value can be calculated. For 48kHz clock, (3 readings/second), the oscillator capacitor plus stray capacitance should equal 100pF.

Reference Voltage

An analog input voltage of V_{IN} equal to 2 (V_{REF}) is required to generate full scale output of 2000 counts. Thus, for 2V and 200mV scales, V_{REF} should equal 1V and 100mV respectively. However, there will exist a scale factor other than unity between the input voltage and the digital reading in many applications where the A/D is connected to a transducer.

As an example, the designer may like to have a full scale reading in a weighing system when the voltage from the transducer is 0.682V. The designer should use the input voltage directly and select V_{REF} at 0.341V instead of dividing the input down to 200mV. Suitable values of the capacitor and integrating resistor would be 0.22µF and 120KΩ. This provides for a slightly quieter system and also avoids a divider network on the input. The ICL7107 can accept input signals up to ±3.5V with ±5V supplies. Another advantage of this system occurs when the digital reading of zero is desired for $V_{IN} \neq$ zero. Examples are temperature and weighing systems with variable tare. By connecting the voltage transducer between V_{IN} positive and common, and the variable (or fixed) offset voltage between common and V_{IN} negative, the offset reading can be conveniently generated.

ICL7107 Power Supplies

The ICL7107 is designed to operate from ±5V supplies. However, when a negative supply is not available it can be generated from a clock output with two diodes, two capacitors, and an inexpensive IC. Refer to Figure 10. Alternatively a -5V supply can be generated using Maxim's ICL7660 and two capacitors.

A negative supply is not required in selected applications. The conditions to use a single +5V supply are:

- ◆ An external reference is used.
- ◆ The signal is less than ±1.5V.
- ◆ The input signal can be referenced to the center of the common-mode range of the converter.

See Figure 18.

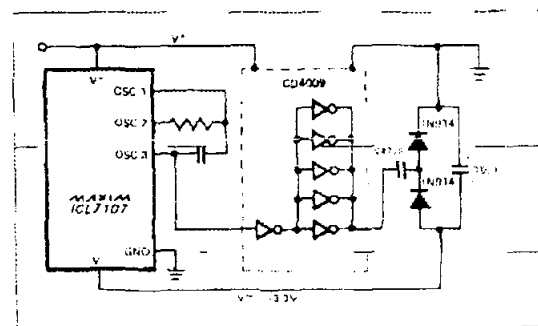


Figure 10. Generating Negative Supply from +5V

3½ Digit A/D Converter

Applications Information

Heat is generated within the ICL7107 IC package due to the sinking of LED display current. Fluctuating chip temperature can cause a display to change reading if the internal voltage reference is used. By reducing the power being dissipated such variations can be reduced. The ICL7107 power dissipation is reduced by reducing the LED common anode voltage. The curve tracer illustration showing the relationship between the output current and the output voltage for typical ICL7107 is seen in Figure 11. Note that the typical ICL7107 output is 3.2V (point A), since the typical LED has 1.8V across it (8mA drive current) and its common anode is connected to +5V. Maximum power dissipation is:

$$8.1\text{mA} \times 3.2\text{V} \times 24 \text{ segments} = 622\text{mW}$$

Once the ICL7107 output voltage is above 2V, the LED current is essentially constant as output voltage increases. Point B illustrates that reducing the output voltage by 0.7V results in 7.7mA of LED current, (only 5% reduction). The maximum power dissipation is a reduction of 26% as calculated by:

$$7.7\text{mA} \times 2.5\text{V} \times 24 \text{ segments} = 462\text{mW}$$

As illustrated in Figure 12, reduced power dissipation is easy to obtain. This can be accomplished by placing either a 5.1Ω resistor or a 1 amp diode in series with the display (but not in series with the ICL7107). Point C of Figure 18 illustrates that a resistor will reduce the ICL7107 output voltage when all 24 segments are "On". The output voltage will increase when segments are turned "Off". On the other hand, the diode will result in a relatively steady output voltage, around Point B. The resistor not only reduces the change in power dissipation as the display changes, but also limits the maximum power dissipation. This is due to the fact that as fewer segments are "On", each "On" output drops more voltage and current. The resistor circuit will change about 230mW when changing from the best case of six segments, a "111" display, to worst-case of a "1888" display. If the resistor is removed, the power dissipation change will be 470mW. The resistor, therefore, will reduce the effect of display dissipation on reference voltage drift by about 50%.

As more segments are turned off, the change in LED brightness caused by the resistor is almost unnoticeable. A diode may be used instead of the resistor if it is important to maintain a steady level of display brightness.

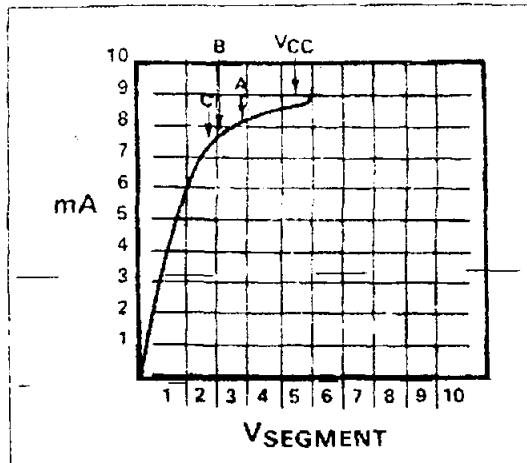


Figure 11. ICL7107 Output Current vs. Output Voltage

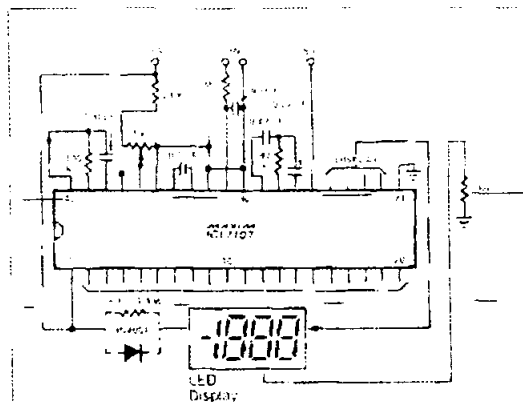


Figure 12. Diode or Resistor Limits Package Power Dissipation

ICL7106/7107

3½ Digit A/D Converter

Typical Applications

ICL7106/7107

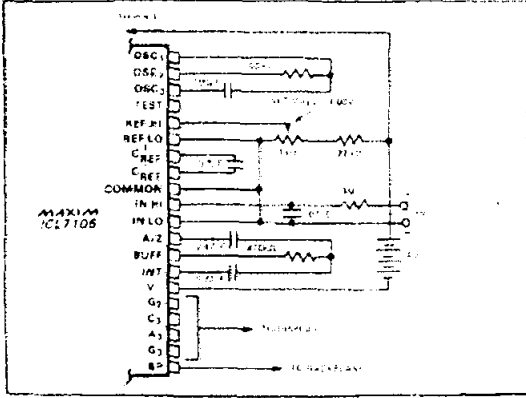


Figure 13 ICL7106 using the Internal Reference 2V Full Scale, 3 Readings per Second.

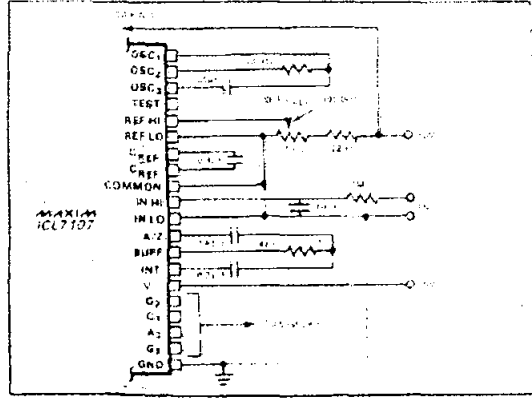


Figure 14 ICL7107 Internal Reference, 200mV Full Scale, 3 Readings per Second. V_{IN} Tied to GND for Single Ended Inputs (See discussion under "Analog Common").

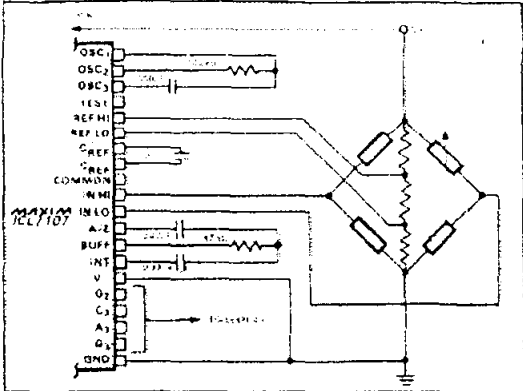


Figure 15 ICL7107 Measuring Ratometric Values of a Load Cell, Desired Sensitivity is Determined by Resistor Values Within the Bridge.

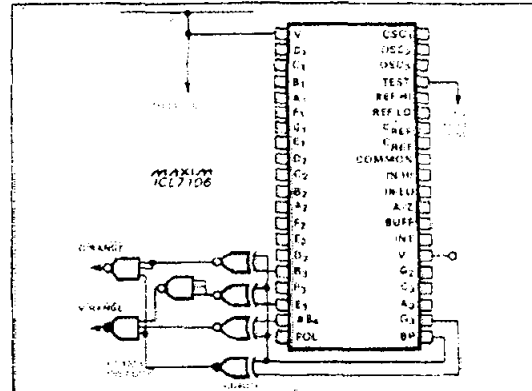


Figure 16 Circuit for Developing Under Range and Over Range Signals from ICL7106 Outputs.

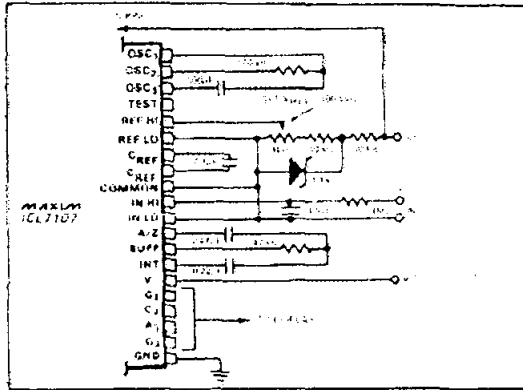


Figure 17 ICL7107 with a 1.2V External Band-Gap Reference V_{REF} Tied to Common.

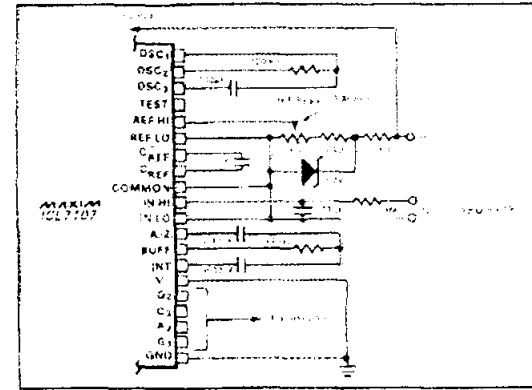


Figure 18 ICL7107 Operated from Single -5V Supply. An external Reference must be used in this application.

3 1/2 Digit A/D Converter

Typical Applications

ICL7106/7107

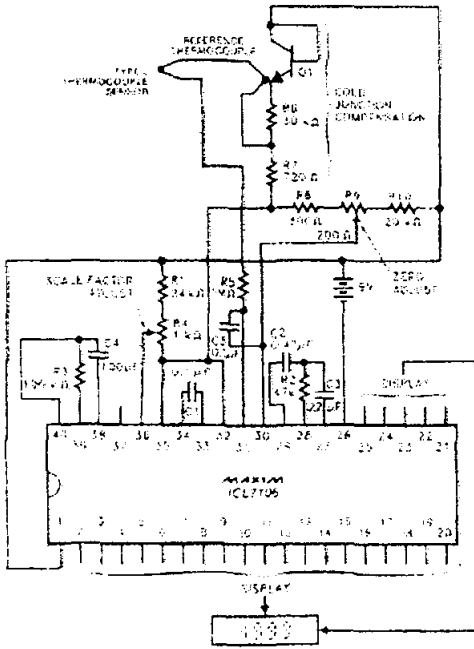


Figure 19. Thermocouple Thermometer. This circuit operates with approximately 30mV reference, so the 50 μ V/ $^{\circ}$ C output of a Type J thermocouple results in 1.7 counts/ $^{\circ}$ C.

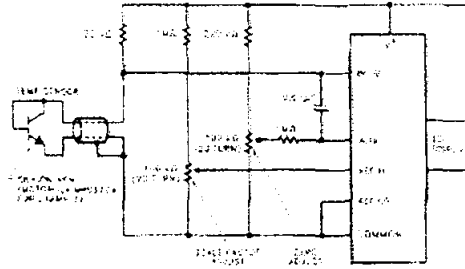


Figure 20. Digital Thermometer

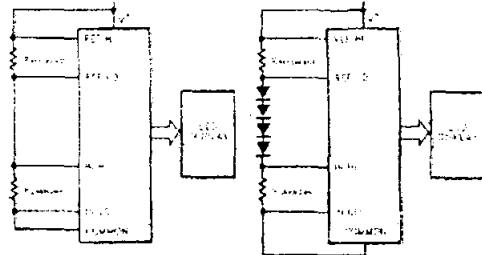
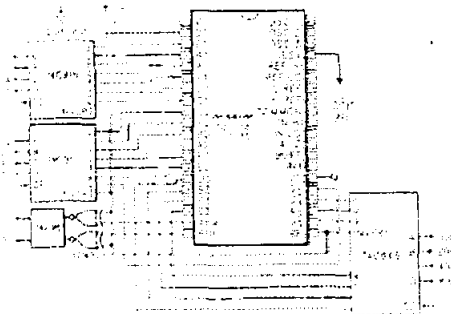
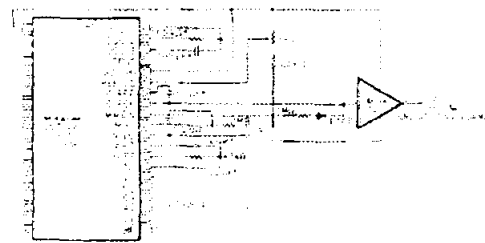


Figure 22. Potentiometric Ohms Measurement
ICL7106 system setup for 2V reference
ICL7106 system setup for 200mV reference



* For ICL7107, tie "INVERT" high, and omit EX-NOR gates.

Figure 21. BCD Output from 7-Segment Drivers



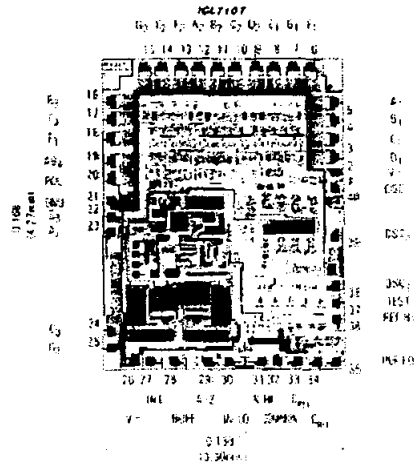
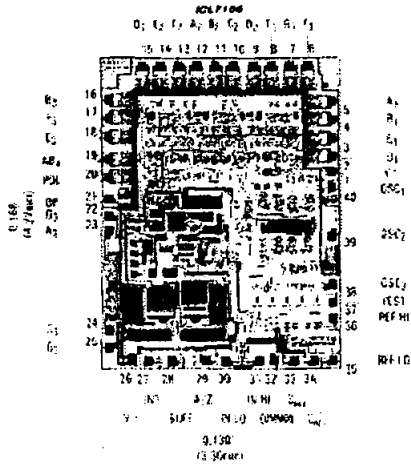
* ICL7106/7 only. See data sheet for values for other parts.

Figure 23. Simple End-of-Conversion Detector

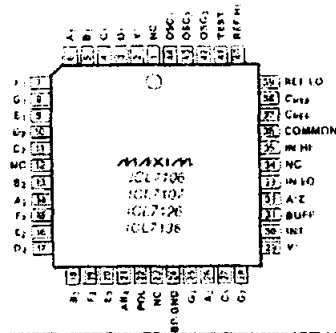
3 1/2 Digit A/D Converter

ICL7106/7107

Chip Topographies



Pin Configuration



44 Lead Plastic Chip Carrier (Quad Pack)

PERUSAHAAN
Universitas Sebelas Maja
SURABAYA

Maxim cannot assume responsibility for use of any circuitry other than circuitry entirely embodied in a Maxim product. No circuit patent licenses are implied. Maxim reserves the right to change the circuitry and specifications without notice at any time.

BIODATA

NAMA : JONGKER PETRUS TALAHATU
NRP : 5103095039
N.I.R.M : 95.7.003.31073.51906
T.T.L : AMBON, 19 AGUSTUS 1974
ALAMAT : Jl. RAWA BARU No. 2 UJUNG
SURABAYA
AGAMA : KRISTEN PROTESTAN

PENDIDIKAN:

- SD XAVERIUS AII AMBON	LULUS	1987
- SMP NEGERI 1 AMBON	LULUS	1990
- STM NEGERI 2 AMBON	LULUS	1993
- UNIKA WIDYA MANDALA SURABAYA	LULUS	2001

ORGANISASI:

- ANGGOTA HMJ-TE, DEVISI HUBUNGAN LUAR	TAHUN	1996
- ANGGOTA SAT-MENWA 822 UNIKA WIDYA MANDALA SURABAYA	TAHUN	1996