

ALAT UKUR KUAT MEDAN LISTRIK



TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

NAMA : B A H R I L
N R P : 011900068
N I R P M : 903206710250027

Tugas akhir ini Diajukan Untuk Memenuhi
Persyaratan Kurikulum Sarjana Strata Satu (S1)
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Indonesia

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA
SERPONG
1996

LEMBAR PENGESAHAN

ALAT UKUR KUAT MEDAN LISTRIK

TUGAS AKHIR


Disusun oleh :

NAMA : B A H R I L
NRP : 011900068
NIRPM : 903206710250027
JURUSAN : TEKNIK ELEKTRO

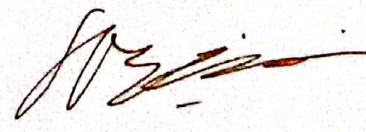
Tugas Akhir ini Diajukan Untuk Memenuhi
Persyaratan Kurikulum Sarjana Strata Satu (S1)
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Indonesia

Mengetahui :
KETUA JURUSAN,

Serpong, Nopember 1996
Menyetujui :
PEMBIMBING,


(Ir. Imam Supandi)




(Ir. Sutisno, M.Sc., MSTs)

ABSTRAK

Pada tugas akhir ini, disajikan suatu perancangan alat ukur, yang dapat digunakan untuk mengukur kuat medan listrik. Rangkaian utama terdiri dari penangkap gelombang elektromagnetik yang berupa rangkaian antena dan LC paralel. Keluaran dari rangkaian ini masih berupa tegangan bolak balik frekuensi tinggi. Setelah disearahkan menggunakan jembatan dioda, dan diratakan menggunakan filter lolos rendah, kemudian sinyal keluaran dimasukkan kepada rangkaian voltmeter untuk memperoleh besaran yang diukur. Voltmeter yang digunakan adalah digital, yang menggunakan beberapa komponen IC.

Alat ini terutama digunakan untuk pengukuran medan listrik yang ditimbulkan oleh berbagai pemancar, antara lain pemancar siaran radio (broadcasting radio), pemancar televisi, telepon genggam, pesawat HT (handy talky), remote control, mikropon wireless, dan sebagainya.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas berkat dan rahmatnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas ahir ini .

Tugas ahir ini berjudul "Alat Ukur Kuat Medan Listrik", ini disusun untuk menyelesaikan program study strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Industri.

Penulis mengucapkan terimakasih yang tak terhingga kepada ,

- Ayah dan Bunda tercinta dan adik yang selalu memberikan materi dan semangat.
- Bapak Ir. Sutisno, MSc, MSTS. sebagai dosen pembimbing yang telah memberikan bantuan, bimbingan serta saran sehingga tugas ahir ini dapat diselesaikan.
- Bapak Ir. Imam sugandi sebagai ketua jurusan Teknik Elektro.
- Ibu DR. Ir. Fatimah ZP, sebagai koordinator tugas ahir peminatan elektronika.
- Dosen dan karyawan di jurusan teknik elektro.

- Teman-teman yang banyak memberikan semangat dan saran.

Penulis sadari bahwa dalam pembuatan dan penulisan tugas ahir ini, masih banyak terdapat kekurangan. Untuk itu saran dan kritik yang membangun akan penulis terima dengan senang hati.

Ahir kata, besar harapan penulis semoga tugas ahir ini dapat bermanfaat dan dapat dijadikan sebagai sumber inspirasi untuk pengembangan dimasa yang akan datang.

Serpong, Nopember1996

B A H R I L

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR LAMPIRAN	vii
BAB I : PENDAHULUAN	1
1.1. Tujuan Penulisan	1
1.2. Latar Belakang	2
1.3. Pembatasan Masalah	3
BAB II : GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK	5
2.1. Wujud Gelombang	5
2.2. Frekuensi Gelombang Elektromagnetik	7
2.3. Perambatan Gelombang Elektromagnetik	9
2.3.1. Gelombang Tanah	12
2.3.2. Gelombang Langit	13
2.3.3. Gelombang Angkasa	15
2.4. Pembiasan dan Daerah Tenang	17
BAB III : DASAR RANGKAIAN	20
3.1. Antena dan Rangkaian LC	20

3.2. Deteksi Kuat Medan	23
3.3. Pengukuran Kuat Medan	25
3.4. Konverter Tegangan ke Frekuensi	27
3.5. Rangkaian Basis Waktu	30
3.6. Voltmeter Digital Menggunakan ICL 7106	33
3.6.1. Bagian Analog	34
3.6.2. Bagian Digital	36
3.6.3. Komponen Pasip ICL 7106	38
BAB IV : KALIBRASI, PENGAMBILAN DAN ANALISA DATA	
4.1. Pengukuran Kuat Medan Listrik	42
4.2. Pengukuran Daya Pancar	44
4.3. Kalibrasi	44
4.4. Hasil Pengukuran	46
4.5. Analisa Data	47
KESIMPULAN	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN-LAMPIRAN	

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A SKEMA RANGKAIAN

LAMPIRAN B FOTO - FOTO ALAT

LAMPIRAN C DATA SHEET IC DAN DATA BOOKS

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Tujuan Penulisan

Tujuan pada tugas akhir ini adalah perancangan dan pembuatan alat ukur yang berupa alat ukur kuat medan listrik yang dapat langsung dibaca. Pengukuran kuat medan listrik yang dilakukan disini adalah pengukuran kuat medan listrik yang ditimbulkan oleh pemancar radio, sehingga medannya merupakan medan listrik arus bolak-balik dengan frekuensi radio, khususnya frekuensi VHF.

1.2. Latar Belakang

Pemancar radio merupakan alat komunikasi yang penting. Di berbagai bidang kehidupan sehari-hari, manusia hampir selalu menggunakan peralatan pemancar ini. Dari pemancar siaran radio (*broadcasting radio*), pemancar televisi, telepon genggam, pesawat HT (*handy talky*), *remote control*, mikropon *wireless* pada ruang pertemuan, dan sebagainya, semuanya menggunakan pemancar radio. Pada contoh ini, pemancar dapat di tujukan ke suatu titik dan dapat pula ditujukan ke berbagai titik, atau ke segala arah. Jarak jangkauan pancaran sangat tergantung dari besarnya daya keluaran pemancar, yang seringkali disebut sebagai daya pancar pemancar, atau *RF power*. Oleh karena daya keluaran ini merupakan keluaran dari antena pemancar, maka dapat dilakukan pengukuran secara langsung pada antena.

Alat ukur yang dirancang ini, dapat pula digunakan untuk mengukur daya pancar pemancar, tanpa menyentuh antena dan tanpa menyentuh pemancar. Hal ini memungkinkan, karena pengukuran menggunakan alat ukur ini, akan menghasilkan besaran kuat medan listrik. Untuk mengukur daya pancar, besaran kuat medan listrik ini dikuadratkan, kemudian dikalikan dengan kuadrat jarak antara alat ukur dan antena, dan dikalikan dengan konstanta kalibrasi.

1.3. Pembatasan Masalah

Pada tugas akhir ini, dirancang dan dilakukan pembuatan alat ukur kuat medan listrik. Pengukuran telah dilakukan terhadap beberapa ruang medan yang ditimbulkan oleh beberapa pemancar secara bergantian. Permasalahan dibatasi, bahwa pada pembahasan mengenai prinsip kerja alat ukur, dilakukan tanpa membicarakan tentang masalah ketelitian komponen dan peralatan yang digunakan.

Kalibrasi alat ukur ini tidak dilakukan secara khusus. Pada tugas akhir ini, alat ukur kuat medan dikalibrasi melalui pemancar yang digunakan untuk menimbulkan medan listrik. Daya pancar dari pemancar diukur menggunakan voltmeter dan ampermeter. Pengukuran dilakukan dengan mengukur daya masukan pada catu daya, kemudian harga ini dikurangi dengan semua disipasi daya pada komponen-komponen yang digunakan, untuk memperoleh daya pancar pada antena. Dengan demikian, maka daya pancar dapat dihitung dari hasil pengukuran tegangan dan arus, tanpa perlu mengalikan lagi dengan faktor pengali yang berupa faktor daya. Jadi, masalah ketelitian voltmeter dan ketelitian ampermeter yang digunakan tidak dikalibrasi lagi.

Begitu pula, untuk mendapatkan nilai kuat medan sebagai referensi untuk pengukuran, digunakan alat ukur panjang

(meteran atau penggaris) yang ada dan biasa digunakan sehari-hari, tanpa dilakukan pengukuran terlebih dahulu. Dari pengukuran daya pancar dan jarak antara antena dan titik ukur ini akan diperoleh harga kuat medan, yang dilakukan dalam pengukuran.

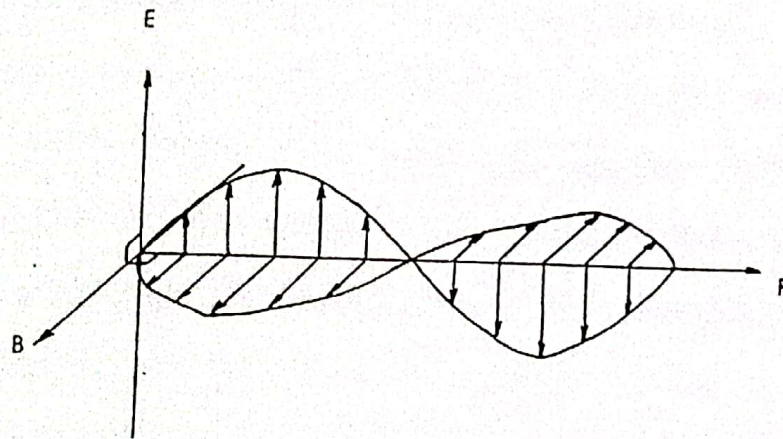
B A B II

GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK

2.1. Wujud Gelombang

Sesuai dengan namanya, gelombang ini terdiri dari dua unsur, yaitu unsur gelombang listrik dan gelombang magnet. Pada umumnya, kedua unsur itu berbentuk sinusoid, dan arah medan listrik serta arah medan magnet akan saling tegak lurus satu sama lain. seperti diperlihatkan pada gambar 2.1. Sumbu E adalah arah medan listrik, sumbu B adalah arah medan magnet, dan sumbu F adalah

arah perambatan. Terlihat bahwa tiga sumbu ini saling tegak lurus satu sama lain.



Gambar 2.1. Bentuk gelombang elektromagnetik.

Gelombang elektromagnetik berkeliaran di atmosfer sekeliling bumi, baik berasal dari alam maupun buatan manusia. Dari alam misalnya sinar kosmik, dan berbagai sinar alamiah lainnya. Buatan manusia antara lain adalah dari pemancar radio, laser, radar, dan sebagainya.

Dilihat dari posisi bidang tempat sinyal sinusoid, gelombang elektromagnetik dapat dikelompokkan menjadi gelombang vertikal, horisontal, sirkular, dan acak. Pembagian ini dilihat dari arah bidang untuk unsur elektrik dari gelombang elektromagnetik tersebut. Gelombang elektromagnetik merambat dengan kecepatan 3×10^8 meter per detik, pada berbagai media dan ruang hampa.

2.2. Frekuensi Gelombang Elektromagnetik

Gelombang elektromagnetik yang dijumpai sehari-hari, pada umumnya mempunyai frekuensi ratusan kilo hertz sampai ratusan mega hertz, yaitu yang seringkali digunakan untuk siaran radio atau televisi. Akan tetapi, ada juga penggunaan gelombang elektromagnetik dengan frekuensi yang sangat rendah atau *VLF* (*very low frequency*), yaitu pada pemancar yang dipakai pada alat bantu navigasi, yang dipasang pada daerah pantai, sebanyak delapan pemancar yang tersebar di seluruh dunia, yang di sebut sistem *OMEGA*. Sebaliknya, terdapat pula penggunaan gelombang elektromagnetik dengan frekuensi super tinggi atau *SHF* (*super high frequency*), yaitu pada sistem telekomunikasi melalui satelit, sistem komunikasi gelombang mikro, dan bumbung gelombang.

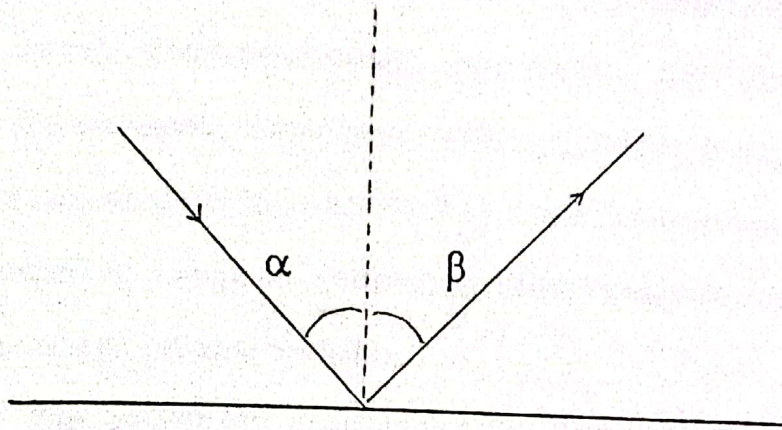
Pembagian frekuensi dapat ditabelkan sebagai berikut :

- | | |
|---|------------------|
| 1. <i>VLF</i> (<i>very low frequency</i>) | 10 kHz - 30 kHz |
| 2. <i>LF</i> (<i>low frequency</i>) | 30 kHz - 300 kHz |
| 3. <i>MF</i> (<i>medium frequency</i>) | 300 kHz - 3 MHz |
| 4. <i>HF</i> (<i>high frequency</i>) | 3 MHz - 30 MHz |
| 5. <i>VHF</i> (<i>very high frequency</i>) | 30 MHz - 300 MHz |
| 6. <i>UHF</i> (<i>ultra high frequency</i>) | 300 MHz - 3 GHz |
| 7. <i>SHF</i> (<i>super high frequency</i>) | 3 GHz - 30 GHz |
| 8. <i>EHF</i> (<i>extremely high frequency</i>) | 30 GHz - 300 GHz |

Pemilihan frekuensi untuk operasi pemancar, dilakukan dengan berbagai pertimbangan. Kriteria pemilihan ini antara lain adalah berdasarkan peraturan yang berlaku, misalnya untuk radio siaran dengan modulasi frekuensi, digunakan frekuensi 88 - 108 MHz, untuk pertolongan keadaan darurat pada pesawat terbang sipil digunakan frekuensi 121,5 MHz., dan pesawat militer 243 MHz. Di samping itu, tujuan pemancaran juga menjadi pertimbangan, yaitu untuk siaran ke luar negeri (jarak jauh), digunakan gelombang radio yang dapat dipantulkan melalui ionosfer, yaitu sebagian dari *VHF* yakni bagian yang rendah, dan *HF* ke bawah. Begitu pula, medan atau lokasi perambatan juga menjadi pertimbangan, seperti pada pemancar untuk penentu lokasi kapal laut, digunakan gelombang *VLF*, *LF*, *MF*, dan *HF*, karena gelombang ini dapat merambat sampai jauh melalui permukaan tanah atau air, khususnya untuk *HF* hanya merambat melalui air laut saja, yang mempunyai konstanta konduktivitas lebih tinggi daripada air tawar. Pertimbangan yang tak kalah pentingnya adalah segi efisiensi atau kepraktisan, yakni komunikasi melalui satelit, yang antenanya diarahkan ke bumi, menggunakan frekuensi dalam orde giga hertz, agar antena parabola dapat dibuat lebih kecil diameternya, daripada bila menggunakan frekuensi yang lebih rendah, dan dapat menembus lapisan ionosfer dengan lebih mudah daripada gelombang dengan frekuensi yang lebih rendah.

2.3. Perambatan Gelombang Elektromagnetik

Gelombang elektromagnetik merambat menurut garis lurus, dan dapat dipantulkan oleh zat penghantar, seperti diperlihatkan pada gambar 2.2, dimana α adalah sudut datang dan β adalah sudut pantul.



Gambar 2.2. Gambaran mengenai pemantulan.

Pemantulan ini adalah sesuai dengan hukum *Snellius*, yaitu :

- Lintasan perambatan adalah garis lurus.
- Besar sudut datang adalah sama dengan besar sudut pantul.
- Berkas datang dan berkas pantul berada dalam satu bidang datar.

Aturan ini berlaku bila gelombang elektromagnetik merambat pada media yang sama dan homogen.

Di samping dapat dipantulkan, dalam perambatannya, gelombang elektromagnetik dapat juga dibiaskan. Oleh karena itu, sesuai dengan cara perambatan atau propagasi, terdapat beberapa gelombang elektromagnetik frekuensi radio, yaitu gelombang tanah (*ground wave*), gelombang langit (*sky wave*), dan gelombang angkasa (*space wave*). Selanjutnya, untuk gelombang tanah, langit, dan gelombang angkasa ini, akan dibahas dalam sub bab tersendiri.

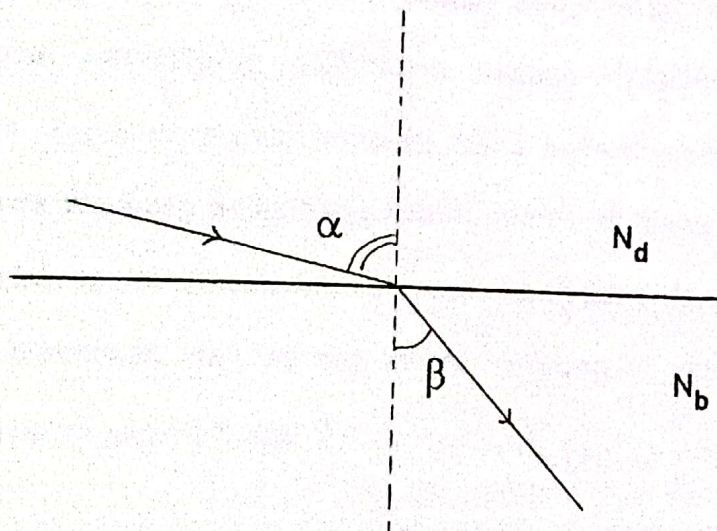
Pembiasan rambatan gelombang elektromagnetik memenuhi aturan pembiasan sebagai berikut :

- Bila gelombang elektromagnetik merambat melalui dua media yang berbeda, maka akan terjadi pembiasan.
- Berkas datang pada perbatasan dua media, akan dibiaskan ke arah menjauhi garis normal, bila media datang adalah lebih rapat secara optis, daripada media bias.
- Berkas datang pada perbatasan dua media, akan dibiaskan ke arah mendekati garis normal, bila media bias adalah lebih rapat secara daripada media datang.
- Berkas datang dan berkas bias berada pada satu bidang datar.

- Perbandingan sinus sudut datang dan sinus sudut bias adalah sama dengan perbandingan antara kerapatan media bias dan media datang. Hubungan ini dapat dituliskan sebagai :

$$\sin \alpha / \sin \beta = N_b / N_d$$

seperti diperlihatkan pada gambar 2.31, di mana α dan β masing-masing adalah sudut datang dan sudut bias, sedangkan N_b dan N_d adalah indeks bias masing-masing media.

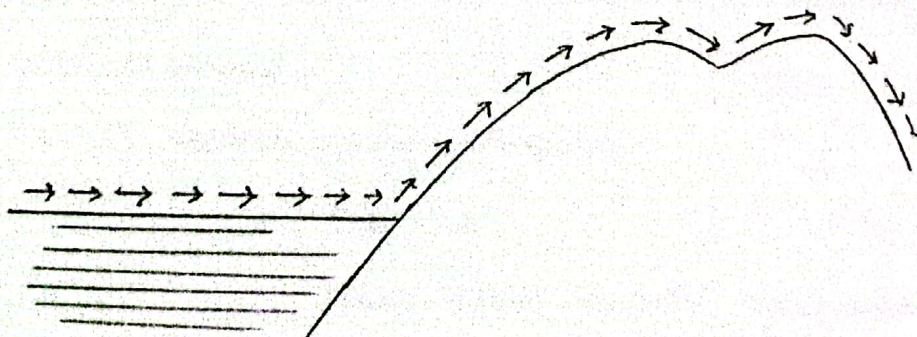


Gambar 2.3. Ilustrasi hubungan antara sudut datang dan sudut bias dengan Indeks bias.

Aturan ini berlaku bila gelombang elektromagnetik terdiri hanya dari satu frekuensi, yaitu pada gelombang pembawa (*carrier wave*) yang tidak dimodulasi atau pada gelombang termodulasi amplitudo (*AM, amplitudo modulated wave*).

2.3.1. Gelombang Tanah

Gelombang tanah disebut pula sebagai gelombang permukaan, karena merambat menyusuri permukaan tanah atau air. perambatan ini terjadi karena tanah dan air merupakan penghantar, sehingga dapat menuntun perambatan gelombang dengan frekuensi yang sangat rendah. Penuntunan penjalaran ini sama seperti menjalarnya gelombang pada bumbung gelombang (*wave guide*), di mana dinding bumbung sebelah bawah digantikan oleh permukaan bumi dan dinding sebelah atas digantikan oleh lapisan awan. Propagasi gelombang tanah ini ditunjukkan pada gambar 2.4.



Gambar 2.4. Propagasi gelombang tanah.

Dalam hal ini dapat disebutkan :

- Polarisasi adalah vertikal, yaitu arah medan listrik tegak lurus terhadap permukaan tanah.
- Redaman adalah fungsi frekuensi dan keadaan tanah, yaitu harganya menjadi kecil untuk frekuensi rendah dan pada permukaan laut atau tanah yang basah.
- Trayek propagasi adalah ortodromik.

2.3.2. Gelombang Langit

Karena pengaruh radiasi sinar matahari, lapisan atas dari atmosfer bumi terionisasi dan menjadi bersifat reflektif untuk gelombang elektromagnetik dengan frekuensi tertentu. Dengan demikian memungkinkan dapat tercapainya transmisi radio antara dua titik yang tidak saling pandang (*line of sight*), yaitu dengan terjadinya pemantulan sempurna oleh lapisan ionosfer antara ketinggian dari 70 sampai 500 kilo meter. Perambatan gelombang diperlihatkan pada gambar 2.5. Sifat-sifat untuk gelombang ini dapat dituliskan sebagai :

- Refleksi merupakan fungsi dari :

- ◆ Frekuensi.

Makin rendah frekuensi, makin mudah terjadi refleksi. Di atas frekuensi 300 mega hertz, secara praktis tidak mungkin terjadi refleksi.

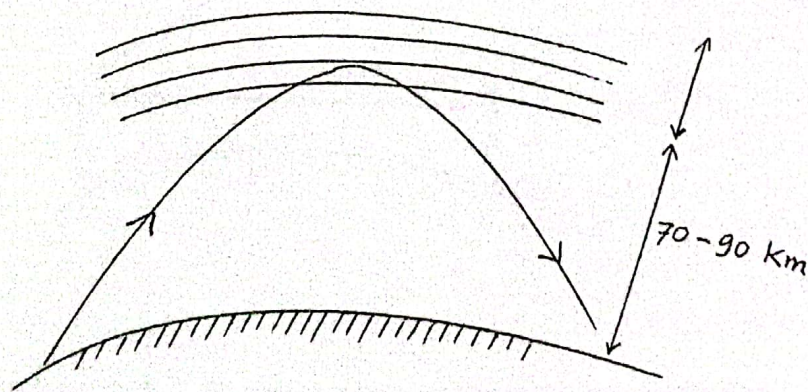
◆ Ionisasi.

Pemantulan sangat dipengaruhi waktu, yakni jam berapa, siang atau malam, musim, dan ketinggian.

◆ Sudut datang.

Terjadinya refleksi sangat tergantung dari jarak antara pemancar dan penerima. Ini berhubungan dengan besar sudut datang. Untuk sudut datang yang terlalu kecil, tidak mungkin terjadi refleksi. Sudut datang terkecil yang dapat menimbulkan refleksi adalah sudut datang yang pantulannya jatuh pada perbatasan daerah tenang (*silent region*).

- Redaman propagasi tergantung pada penyerapan oleh lapisan pada atmosfer, yakni redaman sangat tinggi pada siang hari dan pada frekuensi tengah.



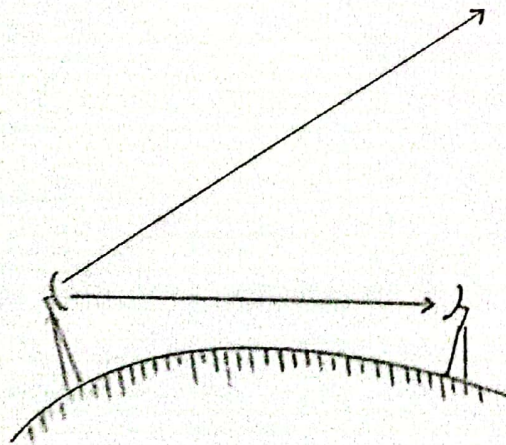
Gambar 2.5. Propagasi gelombang langit.

2.3.2. Gelombang Angkasa

Gelombang angkasa merupakan gelombang yang merambat dan dapat menembus angkasa, misalnya gelombang yang digunakan pada komunikasi satelit, gelombang mikro dan sebagainya. Karena frekuensinya tinggi, gelombang ini tidak dapat atau sukar dipantulkan oleh lapisan ionosfer. Gelombang angkasa merambat menurut garis lurus, oleh karena itu disebut pula gelombang langsung, yang menghubungkan dua titik secara saling pandang. Karakteristik gelombang ini adalah :

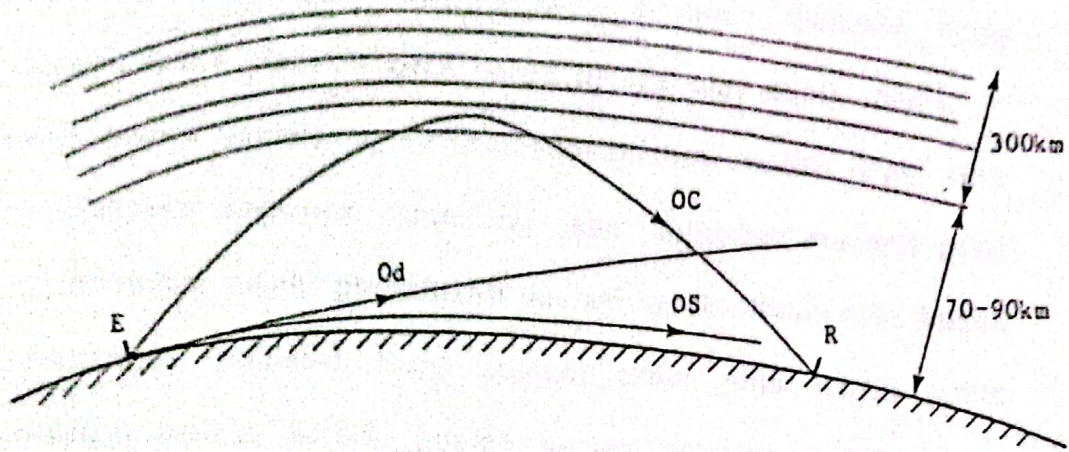
- Medannya sangat stabil.
- Polarisasinya tetap, ditentukan oleh pancaran antena.
- Redaman terutama merupakan fungsi dari jarak.

Perambatan gelombang angkasa dilukiskan pada gambar 2.6.

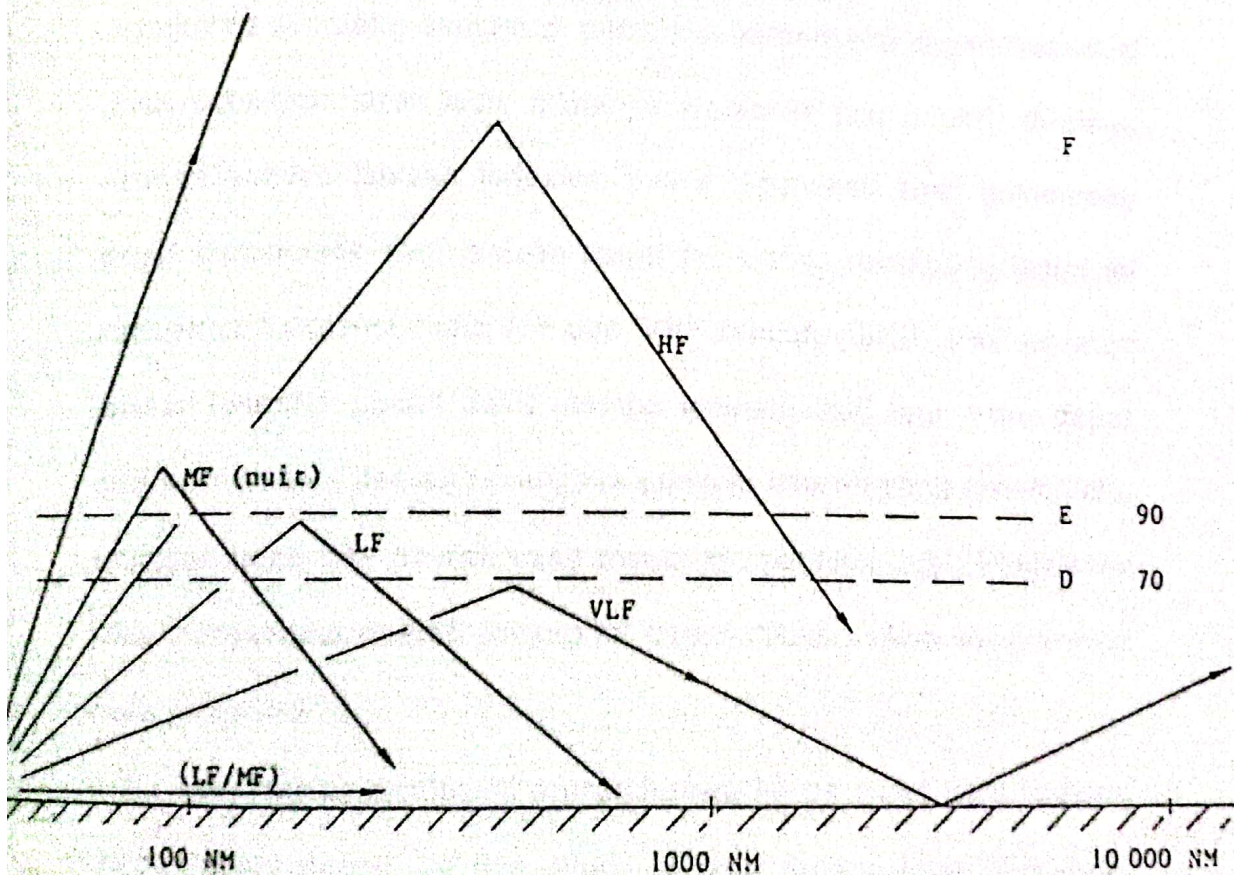


Gambar 2.6. Perambatan gelombang angkasa.

Berbagai mode propagasi dan skema propagasi masing-masing diperlihatkan pada gambar 2.7. dan 2.8. sebagai berikut :



-Gambar 2.7. Berbagai mode propagasi.

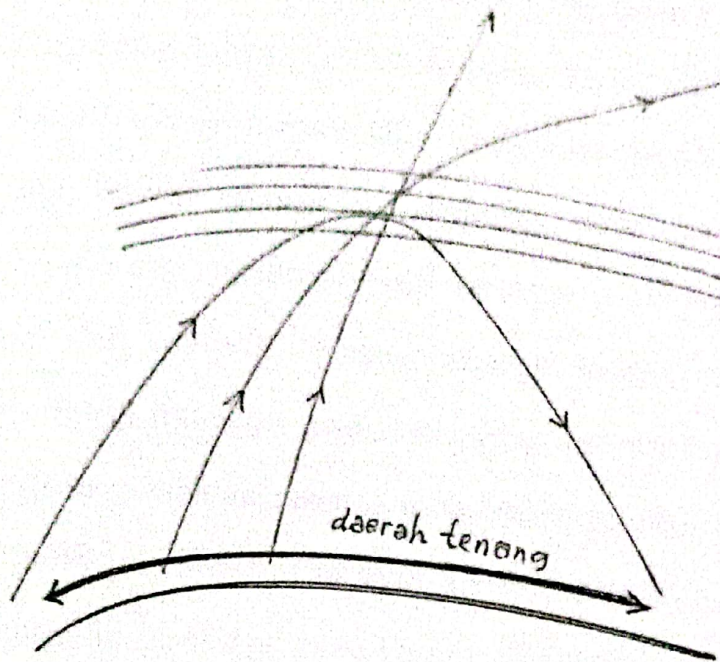


Gambar 2.8. Skema propagasi.

2.4. Pembiasan dan Daerah Tenang

Harga indeks bias berbeda-beda untuk gelombang elektromagnetik dengan frekuensi yang berbeda. Semakin tinggi frekuensi, maka semakin kecil harga indeks bias suatu media. Ini berarti, bahwa gelombang elektromagnetik berfrekuensi tinggi akan sulit dibiaskan, sehingga cenderung akan merambat menurut garis lurus, meskipun melalui perbatasan dua zat media. Salah satu alasan digunakannya frekuensi tinggi (dalam orde giga hertz) untuk komunikasi melalui satelit, adalah bahwa gelombang tidak akan dibiaskan oleh lapisan ionosfer, sehingga dapat dengan mudah menembus atmosfer sampai di bumi. Hal ini berbeda dengan frekuensi untuk hubungan jarak jauh, misalnya siaran ke luar negeri, di mana dengan adanya lapisan ionosfer, justru digunakan agar gelombang dapat dipantulkan oleh lapisan langit ini. Untuk gelombang langit ini digunakan frekuensi radio *HF* dan *VHF* rendah. Untuk *VHF* ke atas lapisan ionosfer sudah tidak mampu memantulkan lagi, atau dapat dikatakan bahwa daerah tenangnya meliputi daerah yang terlalu luas, sehingga tidak ada daerah yang menerima pantulan lagi. Penjelasan yang menyangkut daerah tenang ini dapat diilustrasikan secara jelas pada gambar 2.7

Pemantulan memenuhi aturan bahwa harga sudut datang sama dengan sudut pantul. Di lain pihak, berkas datang juga diteruskan melalui pembiasan oleh lapisan batas ionosfer tersebut.



Gambar 2.9. Perambatan gelombang elektromagnetik yang menimbulkan daerah tenang.

Oleh karena berkas merambat dari atmosfer menuju ruang hampa, maka berkas bias akan menjauhi garis normal, yaitu sudut bias lebih besar daripada sudut datang. Jadi berkas gelombang elektromagnetik dari stasiun di bumi yang dipancarkan ke atas itu sebagian dipantulkan, dan sebagian lagi diteruskan. Bila sudut datang dibesarkan, maka sudut bias juga semakin besar. Bila sudut bias sudah mencapai 90° , maka berarti sudut datang sudah

maksimum. Nilai sudut datang maksimum ini disebut sudut kritis. Di atas sudut kritis, berkas gelombang sudah tidak dapat dibiaskan lagi, yang berarti seluruh berkas akan dipantulkan semuanya, menuju ke bumi lagi. Daerah disekeliling pemancar, pada radius tertentu, di mana siaran dari pemancar tidak tertangkap karena tidak adanya pantulan dari ionosfer, disebut daerah tenang (*silent region*). Semakin tinggi frekuensi gelombang yang dipancarkan, maka radius daerah tenang akan semakin panjang, sehingga bila frekuensi di atas harga tertentu, dapat dikatakan berkas gelombang tidak dapat dipantulkan ke bumi lagi, yang berarti seluruhnya akan diteruskan ke ruang angkasa.

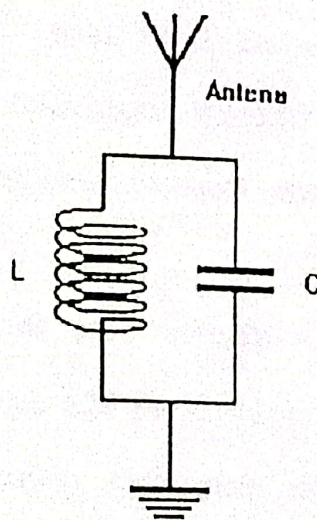
B A B III

DASAR RANGKAIAN

3.1. Antena dan Rangkaian LC

Sebatang kawat penghantar yang ditaruh di udara, akan menangkap gelombang elektromagnetik yang berkeliaran di udara. Dalam hal ini ruang udara merupakan ruang medan listrik. Medan listrik yang ditangkap oleh antena ini berasal dari sumber yang ada di sekitar pengamat, yaitu pemancar radio, *hand phone*, HT, mikrofon *wireless*, dan sebagainya.

Medan listrik yang ditangkap oleh antena akan menimbulkan aliran arus listrik dari salah satu ujung antena ke ujung lainnya. Dengan menghubungkan antena kepada rangkaian paralel LC, aliran arus ini dapat dimanfaatkan atau dialirkan melalui beban. Beban yang sering digunakan adalah *PREAMP* (penguat awal), *LED* indikator, voltmeter, dan sebagainya. Hubungan ini diperlihatkan pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Antena dengan rangkaian LC paralel.

Pemakaian rangkaian LC paralel ini adalah berdasarkan sifat rangkaian LC paralel yang mempunyai impedansi besar, idealnya tak terhingga, untuk sinyal yang mempunyai frekuensi di sekitar frekuensi pribadinya. Frekuensi pribadi ini dapat diperoleh sebagai berikut :

Reaktansi atau Impedansi L adalah $X_L = j\omega L$, sedangkan untuk C adalah $X_C = 1/(j\omega C)$. Bila L dihubungkan paralel dengan C , maka impedansinya menjadi

$$\begin{aligned} Z &= X_L X_C / (X_L + X_C) \\ Z &= (j\omega L / j\omega C) / \{j\omega L + 1/(j\omega C)\} \\ &= j\omega L / (1 - \omega^2 LC) \end{aligned}$$

Impedansi Z ini akan bernilai tak terhingga bila penyebutnya nol, yaitu $(1 - \omega^2 LC) = 0$ atau $\omega = 1 / \sqrt{LC}$

sehingga diperoleh frekuensi pribadi $f_0 = 1 / (2\pi \sqrt{LC})$

Jelas terlihat bahwa bila impedansi Z adalah tak terhingga atau besar sekali, maka arus tidak dapat mengalir sepanjang rangkaian antena dan LC , melainkan akan mengalir melalui beban bila telah dipasang beban.

Dari pembahasan di atas tampak rangkaian LC paralel berfungsi sebagai filter lolos pita (*BPF, band pass filter*), di mana hanya pita frekuensi tertentu saja yang diteruskan oleh filter. Frekuensi di luar pita frekuensi, baik lebih rendah maupun lebih tinggi, tidak diteruskan melainkan dipintaskan (*by passed*) ke tanah (*ground*).

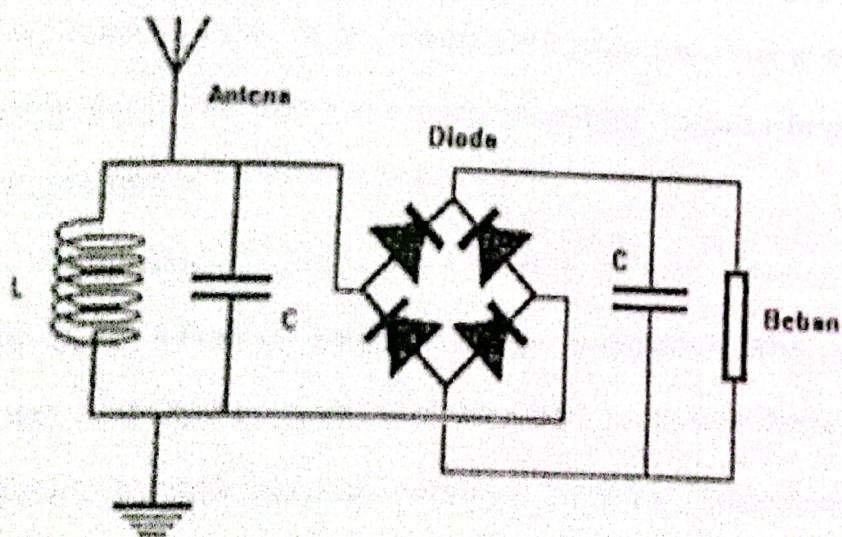
Fungsi alih rangkaian paralel LC sebagai filter lolos pita dapat dituliskan sebagai :

$$FA_{BPF} = (sL + R) / (LCs^2 + RCs + 1)$$

Di mana s adalah operator Laplace, dan R adalah impedansi antena, L dan C masing-masing induktor dan kapasitor.

3.2. Deteksi Kuat Medan

Arus yang mengalir melalui beban atau melalui rangkaian antena adalah arus bolak-balik frekuensi tinggi, yaitu sama dengan frekuensi pemancar yang dideteksi. Bila bebannya berupa LED indikator atau voltmeter DC, arus bolak-balik ini perlu disearahkan melalui penyearah gelombang penuh yang menggunakan empat dioda, seperti terlihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. Penyearahan dan perataan sinyal keluaran menggunakan dioda dan filter lolos rendah.

Kapasitor C berfungsi sebagai perata arus yang telah disearahkan oleh dioda. Dapat dikatakan juga bahwa C merupakan filter lolos rendah untuk mengurangi riak (*ripple*). Filter lolos rendah akan meneruskan frekuensi rendah dan menahan frekuensi tinggi. Batas antara frekuensi rendah dan tinggi ini adalah frekuensi penggal (*cut off frequency*) dari filter. Fungsi alih dari filter lolos rendah dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$FA_{LPF} = 1 / (1 + RCs)$$

di mana R adalah tahanan dari penghantar yang digunakan.

Frekuensi penggal dari filter lolos rendah tersebut adalah $f_c = 2 \pi / (RC)$. Pada frekuensi di bawah f_c harga penguatan filter adalah konstan, yaitu 0 dB, sedangkan pada frekuensi di atas f_c , semakin tinggi frekuensi maka penguatan akan semakin turun, yaitu dengan hubungan :

$$\text{Penguatan} = -10 \log (1 + 4 \pi^2 f^2 R^2 C^2),$$

Tepat pada frekuensi penggal, harga penguatan filter menjadi sebesar $-10 \log 2 = -3$ dB. Keluaran dari penyearah dioda berupa gelombang periodik sinusoid setengah perioda. Gelombang yang demikian sebenarnya merupakan penjumlahan gelombang sinusoid penuh yang terdiri dari banyak frekuensi, yakni frekuensi harmonis. Dengan melewati pada filter lolos rendah, hanya frekuensi rendahnya saja yang diteruskan, sedangkan frekuensi terendah adalah nol, yaitu tegangan DC rata. Oleh karena itu, rangkaian RC

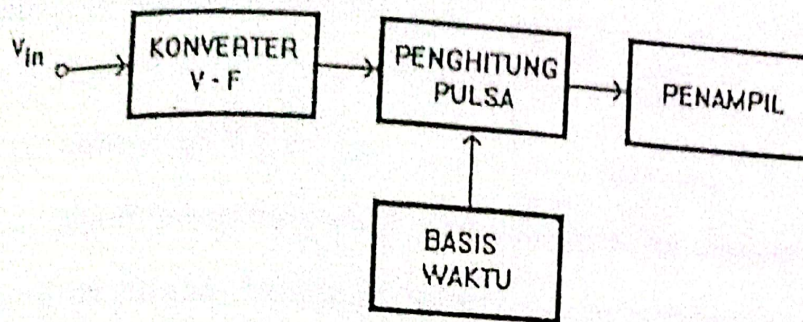
seperti ini disebut juga sebagai perata gelombang, atau disebut juga integrator, karena gelombang yang berriak tersebut kalau diintegrasikan terhadap waktu akan menjadi gelombang DC rata.

Bila digunakan beban LED indikator, yang berdaya rendah, LED akan menyala bila tertangkap kuat medan yang relatif besar. Ini merupakan kekhususan, bahwa pada peralatan ini, LED akan menyala, meskipun tidak digunakan catu daya pada rangkaian ini. Hal yang sama terjadi bila digunakan LCD untuk indikator.

Penyearah yang terdiri dari empat dioda tersebut membentuk jembatan Wheatstone, yang menghasilkan penyearahan gelombang penuh. Ini diperlukan bila bebannya berupa LED atau voltmeter analog, agar tercapai efisiensi yang cukup.

3.3. Pengukuran Kuat Medan

Pada alat ukur kuat medan pada rancangan ini, digunakan rangkaian voltmeter sebagai beban. Bila digunakan voltmeter analog yang menggunakan komponen pasip, voltmeter dapat dipasang langsung pada keluaran filter lolos rendah, tanpa menggunakan catu daya lagi. Untuk voltmeter digital, digunakan beberapa komponen aktif yang berupa rangkaian terpadu (IC, *integrated circuit*). Prinsip kerja voltmeter digital ini ditunjukkan pada diagram blok gambar 3.3. sebagai berikut :



Gambar 3.3. Diagram blok voltmeter digital.

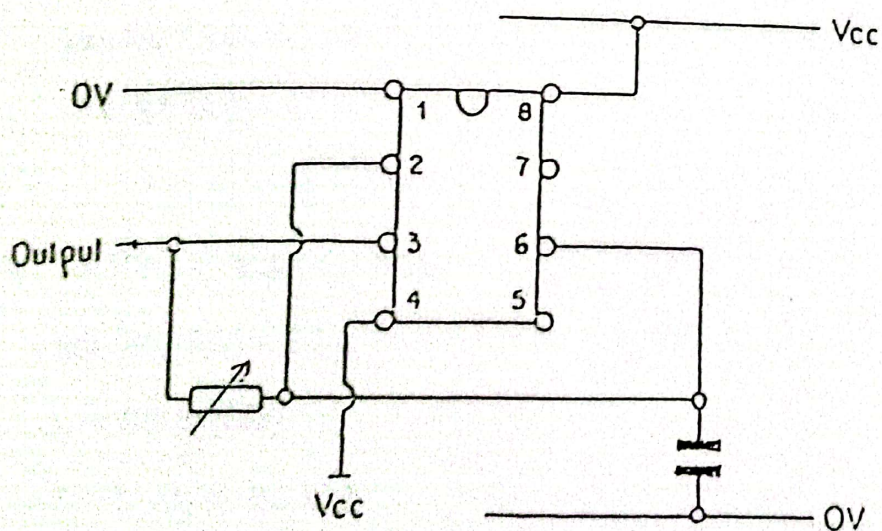
Tegangan yang akan diukur dimasukkan pada rangkaian pengubah tegangan ke frekuensi. Rangkaian ini menghasilkan frekuensi yang berbanding lurus dengan tegangan masukan. Keluaran rangkaian pengubah tegangan ke frekuensi dimasukkan ke penghitung pulsa (*counter*), yang dikombinasikan dengan rangkaian basis waktu. Kombinasi penghitung pulsa dengan rangkaian basis waktu ini akan menjadi rangkaian penghitung frekuensi.

Dari diagram blok gambar 3.3. tersebut jelas bahwa, keluaran blok 1 mempunyai frekuensi $f = K, V_{in}$. Sedangkan penghitung frekuensi akan menghasilkan angka biner yang menyatakan nilai frekuensi. Angka biner ini, yang terbagi-bagi di dalam empat bit, dikonversikan menjadi angka desimal dan ditampilkan menggunakan penampil LCD atau LED tujuh ruas, yang terdiri dari beberapa digit.

Untuk konversi dari empat bit angka biner menjadi angka desimal pada LED, digunakan IC 7447.

3.4. Konverter V - F

Untuk mengkonversikan dari tegangan ke frekuensi, dapat digunakan IC 555. Rangkaian terintegrasi ini merupakan komponen untuk pewaktu, dan dapat di rangkai menjadi osilator, dengan frekuensi osilasi yang dapat diubah-ubah dengan mudah. Ada beberapa konfigurasi untuk menghasilkan rangkaian osilator ini, yakni sebagaimana terlukis pada gambar 3.4.



Gambar 3.4. Rangkaian osilator RC dengan perubahan frekuensi menggunakan potensiometer.

Untuk mengubah frekuensi osilasi, dapat dilakukan dengan mengubah-ubah harga R dan / atau C, sesuai hubungan $f = k / RC$. Mengubah-ubah frekuensi dengan mengubah R adalah lebih mudah daripada mengubah C, yaitu tinggal menggunakan potensiometer. Kesulitan mengubah-ubah C adalah bahwa variabel kondensator di pasaran, yang ada hanya kapasitas kecil saja, yaitu sampai beberapa ratus piko farad saja. Sedangkan osilator yang menggunakan IC 555 memerlukan C yang lebih besar.

Frekuensi osilasi dapat diperoleh sebagai berikut :

Perioda pengisian T1 :

$$2/3 = 1 - \exp(-t_2 / RC)$$

$$\exp(-t_2 / RC) = 1/3$$

$$t_2 = RC \ln 3$$

$$1/3 = 1 - \exp(-t_1 / RC)$$

$$\exp(-t_1 / RC) = 2/3$$

$$t_1 = RC \ln (3/2)$$

$$T_1 = t_2 - t_1 = RC \ln 2$$

Perioda pengosongan T2 :

$$2/3 = \exp(-t'_2 / RC)$$

$$t'_2 = RC \ln (3/2)$$

$$1/3 = \exp(-t'_1 / RC)$$

$$t'_1 = RC \ln 3$$

$$T_2 = t'_1 - t'_2 = RC \ln 2$$

$$T = T_1 + T_2 = 2 RC \ln 2$$

$$f = 1/T = 1 / (2 RC \ln 2) = 0,72 / RC \quad (3-1)$$

$$(3-2)$$

Untuk membuat konverter V - f, masukan V diumpankan ke kaki 5, sehingga nilai ambang $2 V_{cc} / 3$ menjadi V dan nilai ambang $V_{cc} / 3$ menjadi $V/2$, sehingga perhitungan frekuensi menjadi :

Perioda pengisian T_1 :

$$V = V_{cc} \{1 - \exp(-t_2 / RC)\}$$

$$\exp(-t_2 / RC) = 1 - V / V_{cc}$$

$$t_2 = RC \ln \{1 / (1 - V/V_{cc})\} = RC \ln \{V_{cc} / (V_{cc} - V)\}$$

$$V/2 = V_{cc} \{1 - \exp(-t_1 / RC)\}$$

$$\exp(-t_1 / RC) = (2 V_{cc} - V) / 2 V_{cc}$$

$$t_1 = RC \ln \{(2 V_{cc} / (2 V_{cc} - V))\}$$

$$T_1 = t_2 - t_1 = RC \ln \{(2 V_{cc} - V) / (2 V_{cc} - 2 V)\}$$

Perioda pengosongan T_2 :

$$V = V_{cc} \exp(-t'_1 / RC)$$

$$t'_1 = RC \ln(V_{cc} / V)$$

$$V/2 = V_{cc} \exp(-t'_2 / RC)$$

$$t'_2 = RC \ln(2 V_{cc} / V)$$

$$T_2 = t'_2 - t'_1 = RC \ln 2$$

$$T = T_1 + T_2 = RC \ln \{2 V_{cc} - V\} / (V_{cc} - V)\}$$

$$f = 1/T = 1 / [RC \ln \{2 V_{cc} - V\} / (V_{cc} - V)]$$

Tampak bahwa kurva frekuensi f terhadap harga tegangan masuk V merupakan grafik monoton naik, dengan harga minimum terjadi pada saat $V = 0$, yaitu $f = RC \ln 2$ dan harga maksimum tercapai pada saat $V = V_{cc}$. Jadi jelas, bila tegangan masukan V naik maka frekuensi osilator akan naik pula, dan sebaliknya. Dengan demikian, rangkaian ini merupakan konverter $V - f$.

3.5. Basis Pewaktu

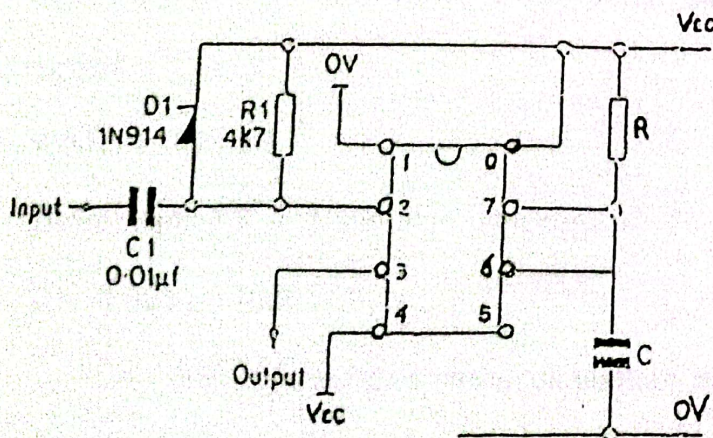
Basis pewaktu untuk rangkaian pengukur frekuensi disusun menggunakan dua rangkaian utama, yaitu osilator dan monostabil. Baik rangkaian osilator maupun monostabil, dua-duanya dapat

disusun dengan menggunakan rangkaian terintegrasi IC 555. Rangkaian osilator telah dibahas pada bab 3.3. di atas. Periode keluaran osilator ini menyatakan selang pembacaan voltmeter, yaitu diambil kira-kira sepertiga detik. Untuk periode tersebut, dari persamaan (3-1) diperoleh $T = 2 RC \ln 2$. Bila diambil harga $R = 3$ kilo ohm, akan didapatkan :

$$C = 0,33 / (2 \times 3000 \ln 2)$$

$$= 79 \text{ mikro farad.}$$

Prinsip dari basis pewaktu adalah, bila dalam hal ini diambil selang pembacaan sepertiga detik, maka setiap selang waktu itu rangkaian akan mengeluarkan satu pulsa. Lebar pulsa disesuaikan dengan kebutuhan untuk memberikan pacu (*trigger*) pada masukan rangkaian terintegrasi. Biasanya dengan harga satu mili detik, cukup untuk berbagai jenis rangkaian terintegrasi. Untuk ini dipergunakan rangkaian monostabil, seperti ditunjukkan pada gambar 3.5.



Gambar 3.5. Rangkaian monostabil

Masukan ambang kaki 6 disatukan dengan keluaran discharge (pengosongan) kaki 7. Gabungan dua kaki ini dihubungkan dengan ground (bumi) melalui kapasitor C, dan dihubungkan dengan Vcc melalui resistor R. Masukan ambang kaki 2 dihubungkan dengan Vcc melalui dioda paralel dengan resistor 4K7, sehingga kaki 2 selalu tinggi dalam keadaan normal. Masukan pulsa negatif pada masukan ambang kaki 2 akan menyebabkan keluaran kaki 7 memberikan impedansi tinggi sehingga kapasitor C mulai diisi (charged) oleh Vcc melalui resistor R. Perioda pulsa yang dihasilkan oleh rangkaian monostabil ini adalah waktu yang diperlukan untuk pengisian C mulai dari kosong atau nol sampai mencapai tegangan 2/3 dari Vcc, sehingga diperoleh hubungan :

$$2/3 = 1 - \exp(-T/RC)$$

$$\exp(-T/RC) = 1/3$$

$$T = RC \ln 3 \quad (3-3)$$

Bila diinginkan pulsa selebar 1 mili detik, maka persamaan (3-3) menjadi :

$$0.001 = RC \ln 3$$

Dapat diambil R = 1 kilo ohm, sehingga :

$$C = 0.001 / (1000 \ln 3)$$

$$= 0.91 \text{ mikro farad, atau dibulatkan menjadi } 1 \text{ mikro}$$

farad

3.8. Voltmeter Digital Menggunakan ICL 7106

Kini ada rangkaian terpadu khusus untuk perancangan voltmeter digital, yaitu ICL 7106. Bagian utama dari rangkaian terpadu ini adalah pengubah analog ke digital. ICL 7106 produksi intersil ini antara lain meliputi dekoder tujuh ruas (seven segmen), pengemudi penampil (display driver), tegangan acuan, dan osilator. Rangkaian terpadu ini dirancang untuk dapat dihubungkan secara langsung dengan penampil LCD 3,5 digit.

Konfigurasi kaki dari ICL 7106 dan tambahan komponen pasip telah ditentukan, berdasarkan intersil Data Book, diperlihatkan pada gambar 3.6.

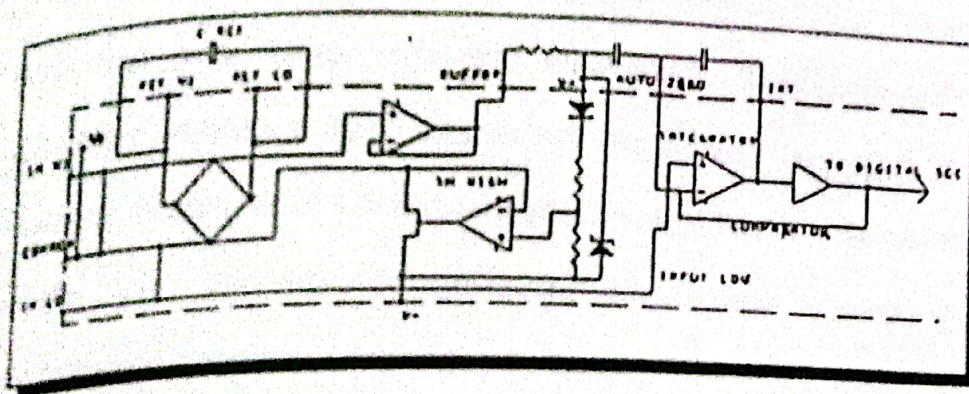
ICL 7106			
1	V+	OSC1	40
		OSC2	39
		OSC1	38
2	D1	TEST	37
3	C1	REF HI	36
4	B1	REF LO	36
5	A1	C REF	34
6	F1	C REF	33
7	D1		
8	E1	COMMON	32
		IH HI	31
9	D2	IH LO	30
10	C2	A/2	29
11	B2	BUFF	28
12	A2		
13	F2	IHT	27
14	E2		
15		V-	26
16	D3		
17	B3	B2	25
18	F3		
19	E3	C3	24
		A3	23
19	AB4	B3	22
20	POL	BP	21

Gambar 3.6. Konfigurasi kaki ICL 7106.

3.6.1. Bagian Analog

Gambar 3.7 memperlihatkan diagram blok bagian analog ICL 7106. Setiap siklus pengukuran sinyal input dibagi dalam tiga tahap, yaitu :

- (1) Tahap auto-zero (A_Z)
- (2) Tahap integrasi sinyal (INT)



Gambar 3.7. Bagian analog dari ICL 7106

(1) Tahap auto-zero

Selama tahap ini ada tiga hal yang terjadi. Pertama, masukan tinggi (IN HI) dan masukan rendah (IN LO) diputuskan hubungannya dengan kaki-kakinya dan secara internal dihubungkan ke common analog. Kedua, kapasitor referensi (C_{ref}) diisi sampai

tegangan referensi. Ketiga, loop umpan balik yang ada pada sistem ditutup untuk mengisi kapasitor auto-zero (C_{AZ}) untuk mengkompensasikan tegangan offset pada penguat penyangga (*buffer*), integrator dan pembanding (*comparator*). Ketiga hal di atas ini, dinyatakan dalam gambar 3.8 dengan lingkaran berkali yang bertanda *A/Z*.

(2) Tahap Integrasi sinyal

Selama sinyal diintegrasikan, *loop auto-zero* terbuka. Hubungan yang ada pada tahap *auto-zero* diputuskan, disambung kembali. Konverter kemudian mengintegrasikan perbedaan tegangan antara masukan tinggi (*IN HI*) dan masukan rendah (*IN LO*), untuk jangka waktu yang ditentukan. Jika masukan sinyal tidak kembali dalam menanggapi pemberian tegangan terhadap konverter, maka *IN LO* dapat menghubungkan analog komon untuk memberikan tegangan yang benar kepada mode komon.

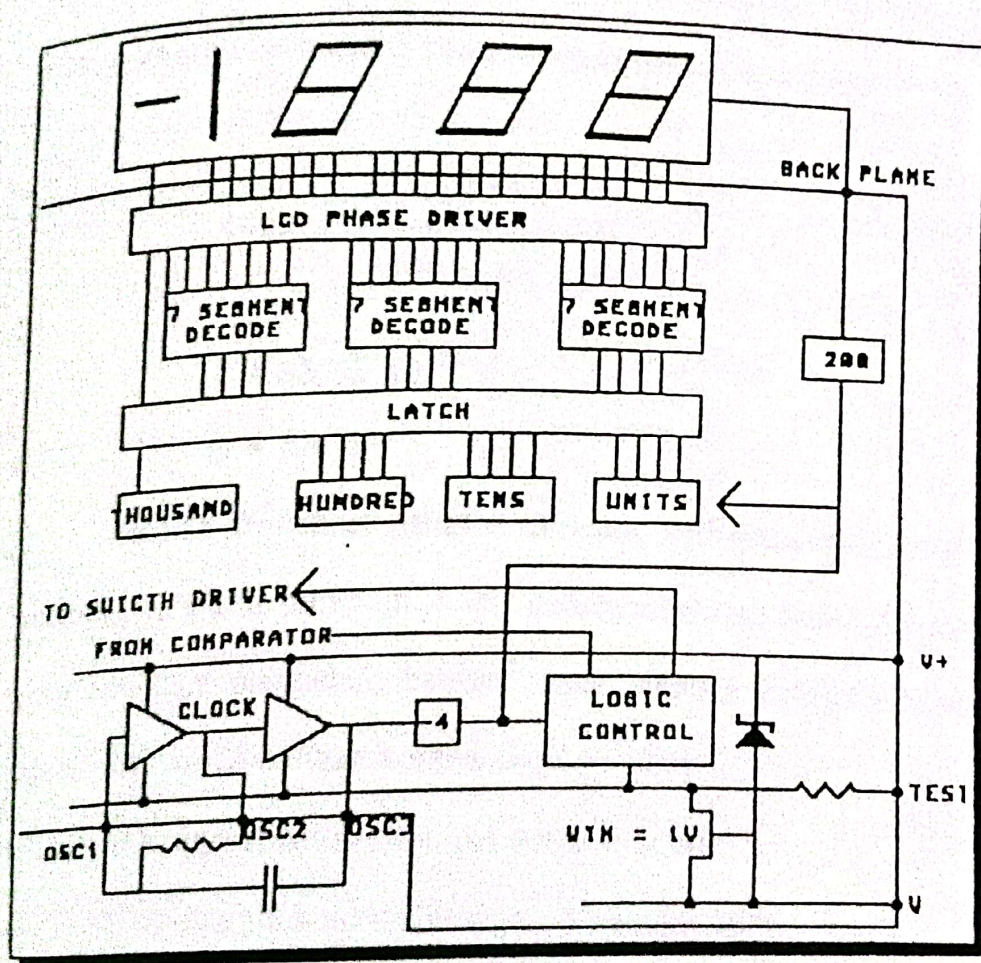
(3) Tahap de-Integrasi

Tahap terakhir adalah deintegrasi atau pengintegrasian tegangan referensi. Masukan rendah (*IN LO*) secara otomatis dihubungkan dengan komon analog. Masukan tinggi (*IN HI*) dihubungkan dengan kapasitor referensi yang telah dimuati. Rangkaian di dalam lempengan, menjamin kapasitor akan dihubungkan dengan polaritas yang benar, supaya keluaran integrator kembali nol.

Waktu yang dibutuhkan oleh integrator keluaran kembali ke tegangan nol, sebanding dengan besarnya sinyal masukan.

3.6.2. Bagian Digital

Sinyal masukan setelah melalui bagian analog, dari ICL 7106 kemudian, masuk ke dalam bagian digital dari ICL 7106. Dalam gambar 3.8 ditunjukkan diagram blok bagian digital dari ICL 7106.



Gambar 3.8 Bagian digital dari ICL 7106

Blok osilator dalam rangkaian terpadu ini, digambarkan untuk menghasilkan frekuensi 48 KHz yang ditentukan, dalam menghasilkan tampilan 3 tulisan/detik. Untuk mendapatkan frekuensi tersebut, maka digunakan harga-harga tahanan R dan kapasitor C, dari persamaan :

$$f = 0,45/RC \quad (3-4)$$

Untuk harga tahanan R, ditentukan sebesar 100 K Ω (untuk semua daerah frekuensi) dan besarnya kapasitor adalah :

$$4800 = \frac{0,45}{100 \cdot 10^3 \cdot C}$$

$$C = 93,75 \cdot 10^{-12} \text{ F}$$

$$C = 100 \text{ pF}$$

Setelah frekuensi osilator didapat, kemudian masuk ke blok pembagi 4. Pada pembagi 4 ini, selain membagi frekuensi osilator yang ada juga mengubah bentuk sinyal menjadi 3 bagian (setelah adanya hubungan dengan kontrol logik), yaitu :

- (1) Sinyal Integrasi untuk hitungan sampai 1000
- (2) Sinyal de-integrasi untuk hitungan 0 sampai 2000
- (3) Sinyal *auto-zero* untuk hitungan 1000 sampai 2000

Untuk sinyal yang lebih kecil dari skala penuh (200 mV) maka, sinyal *auto-zero* akan mengambil bagian yang tidak digunakan pada sinyal de-integrasi.

Sinyal keluaran dari pembagi 4, masuk ke kontrol logik untuk dibandingkan dengan sinyal keluaran dari pembanding (*comperator*) bagian analog, kemudian diatur oleh penggerak saklar, maka dihasilkan ketiga sinyal tersebut di atas. Hasil hitungan dari sinyal - sinyal tersebut diatur menjadi satuan, puluhan, ratusan dan ribuan, kemudian disimpan sementara oleh *latch*, lalu diteruskan kepada *seven segment decoder* berdasarkan pada pulsa - pulsa *latch* yang ada. Dari *seven segment decoder* dihubungkan dengan pengendali LCD, untuk mengendalikan *seven segment LCD*.

Pada sisi lainnya, sinyal yang berasal dari pembagi 4 dibagi kembali oleh pembagi 200 yang gunanya untuk mengendalikan *back plane* pada LCD. *Back plane* pada LCD berguna untuk memberikan sinyal - sinyal kepada seluruh titik-titik tampilan, agar tampilan pada LCD dapat terlihat dengan baik.

3.6.3. Komponen pasip ICL 7106

Rangkaian yang dipaparkan pada gambar 3.6 merupakan konfigurasi kaki-kaki ICL 7106, komponen pasip yang perlu ditambahkan antara lain :

- Tahanan Integrating

Untuk menjaga kestabilan arus di antara *buffer* dan integrator maka digunakan sebuah tahanan tetap. Besarnya tahanan tetap tersebut adalah $470\text{ K}\Omega$ untuk skala penuh 200 mV.

- Kapasitor Integrating

Untuk memberikan tegangan yang maksimum pada integrator dan untuk mencegah tegangan jenuh pada integrator maka diperlukan kapasitor tetap. Di samping itu, untuk penampilan ketiga tulisan diperlukan detak (*clock*) sebesar 48 Khz, dan harga kapasitor tetap ini adalah 220 nF.

- Kapasitor Auto-zero

Besarnya harga dari kapasitor *auto zero*, membawa pengaruh terhadap desah (*noise*) sistem, jadi kapasitor *auto-zero* digunakan untuk memberikan kecepatan dalam memperbaiki desah (*noise*). Untuk skala penuh 2 volt digunakan kapasitor 47 nF, sedangkan untuk skala penuh 200 mV digunakan kapasitor 460 nF.

- Kapasitor Referensi

Untuk mencegah terjadinya kesalahan penampilan dan keluaran integrator kembali nol, maka diperlukan sebuah kapasitor referensi. Untuk skala penuh 200 mV digunakan kapasitor referensi 100 nF.

- Komponen Oslator

Untuk dapat memberikan tampilan 3 tulisan / detik diperlukan tetak (*clock*) dengan frekuensi sebesar 48 Khz. Untuk semua daerah frekuensi digunakan tahanan 100 K Ω dan besarnya kapasitor 100 pF, didapat dari persamaan 3.4.

Tegangan Referensi

40

Pembacaan digital yang diperagakan oleh LCD ditentukan berdasarkan rumus :

$$\frac{V_{in}}{1000} = \text{pembacaan digital} \quad (3.5)$$

Dalam rangkaian ini tegangan masukan yang ada 200 mV maksimum dan pembacaan digital menunjuk skala penuh, yaitu 2000, maka :

$$\frac{200 \cdot 10^{-3}}{1000} = 2000$$

$$V_{ref} = 200 / 2000 = 0,1 \text{ volt} = 100 \text{ mili volt}$$

Jadi tegangan referensi yang diperlukan dalam rangkaian ini adalah 100 mV.

Masukan analog membutuhkan tegangan, untuk pembacaan digital yang menunjukkan skala penuh 2000, maka diperoleh persamaan :

$$V_{IN} = 2 V_{REF} \quad (3.6)$$

Dari persamaan (3.6), jika $V_{IN} = 200 \text{ mV}$ maka $V_{REF} = 100 \text{ mV}$ atau, jika $V_{IN} = 2 \text{ volt}$ maka $V_{REF} = 1 \text{ volt}$. Hal ini sesuai dengan persamaan (3.5).

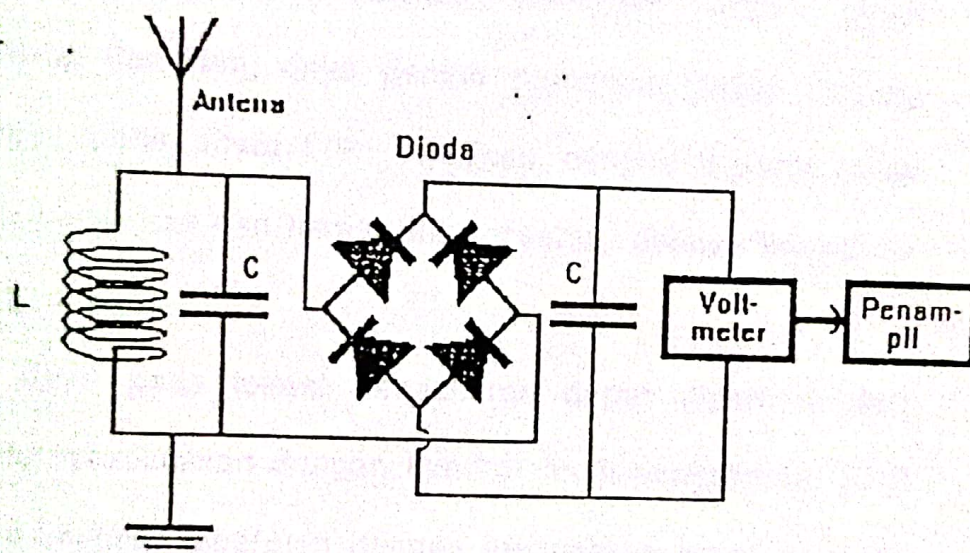
BAB IV

KALIBRASI, PENGAMBILAN DAN ANALISA DATA

4.1. Pengukuran Kuat Medan Listrik

Pengukuran kuat medan listrik dilakukan pada ruang medan listrik. Medan listrik yang diukur, ditimbulkan oleh pemancar radio siaran, di mana antena pemancar memancarkan gelombang elektromagnetik ke segala arah, bila antena adalah omni direction. Rangkaian lengkap, yang berupa diagram blok alat pengukur kuat medan listrik yang diperlihatkan pada gambar 4.1.

Antena menangkap medan listrik yang berasal dari antena pemancar. Kuat medan listrik yang ditangkap, dikonversikan menjadi tegangan oleh rangkaian LC beserta dioda dan C sebagai filter lolos rendah. Tegangan ini dikonversikan menjadi frekuensi oleh konverter $v - f$. Dengan mengukur harga frekuensi dan ditampilkan pada penampil tujuh ruas, maka akan diperoleh nilai kuat medan listrik yang diukur.



Gambar 4.1. Diagram blok pengukur kuat medan listrik.

Bila digunakan voltmeter analog dengan komponen pasif, voltmeter ini dapat dihubungkan langsung pada keluaran filter lolos

rendah. Akan tetapi, untuk ini diperlukan voltmeter yang sangat sensitif.

4.2. Pengukuran Daya Pancar

Daya pancar atau *RF power* dari pemancar dapat ditentukan, bila diketahui jarak antara antena pemancar dan lokasi pengukuran. Pada kasus ini, dimisalkan antena pemancar tidak menggunakan pengarahan, yaitu antena *omni direction*, di mana penyebaran gelombang elektromagnetik ditujukan kesegala arah. Untuk penyebaran yang demikian, daya pancar pemancar dapat dihitung dari rapat daya pada suatu titik, dikalikan dengan kuadrat jarak antara antena pemancar dan lokasi titik tersebut, dengan konstanta pengali adalah 4π .

Rapat daya pada lokasi pengukuran dapat diperoleh dari konstanta kalibrasi dikalikan dengan kuadrat hasil pengukuran. Jadi daya pancar pemancar diperoleh dengan mengalikan rapat daya ini dengan $4\pi R^2$, di mana R adalah jarak antara antena pemancar dan lokasi pengukuran.

4.3. Kalibrasi

Untuk mengkalibrasi alat, diperlukan pemancar yang digunakan untuk menimbulkan medan listrik. Daya pancar dari pemancar diukur menggunakan voltmeter dan amperemeter. Pengukuran dilakukan

pada titik akhir dari penguat RF (radio frekuensi), sebelum masuk antenna. Agar diperoleh besaran daya, untuk pengukuran arus dan tegangan digunakan alat bantu komponen resistor. Dengan demikian, maka daya pancar dapat dihitung dari hasil pengukuran tegangan dan arus, tanpa perlu mengalikan lagi dengan faktor pengali yang berupa faktor daya. Jadi, masalah ketelitian voltmeter dan ketelitian ampermeter yang digunakan tidak dikalibrasi lagi.

Daya pancar pemancar diperoleh sebagai :

$$P_{RF} = V_o \times I_o \quad (4-1)$$

Untuk mendapatkan nilai kuat medan sebagai referensi untuk kalibrasi, digunakan alat ukur panjang (meteran dan penggaris) yang ada dan biasa digunakan sehari-hari, tanpa dilakukan kalibrasi terlebih dulu. Dari pengukuran daya pancar dan jarak antara antenna dan titik ukur ini akan diperoleh harga kuat medan, yang digunakan untuk kalibrasi.

Daya pancar P_{RF} akan dipancarkan kesegala arah, dengan seragam, untuk antenna pemancar yang berupa omni direction. Pada jarak R dari antenna kerapatan daya menjadi :

$$\rho = P_{RF} / (4\pi R^2) \quad (4-2)$$

Suatu titik pada ruang medan dengan rapat daya sebesar ini akan mempunyai kuat medan sebesar :

$$E = \{\rho (\mu_o/\epsilon_o)^{0.5}\}^{0.5}$$

$$E = \rho^{0,5} (\mu_0 / \epsilon_0)^{0,25}$$

(4-3)

dimana μ_0 adalah permeabilitas hampa atau udara, yang bernilai $4\pi \times 10^{-7}$ henry per meter, dan ϵ_0 adalah permitivitas hampa atau udara, yang bernilai $8,854187818 \times 10^{-12}$ farad per meter.

4.4 Hasil Pengukuran

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan sumber medan listrik suatu pemancar kecil dengan daya 0,35 watt. Dengan mengubah-ubah jarak antara pemancar dan alat ukur, diperoleh hasil sebagai berikut :

Jarak [cm]	Kuat Medan [Volt/meter]
01	326
03	104
05	068
10	037
20	016
30	011
40	008
50	006
60	005
80	004

$$d1 = \text{data1} - \bar{x}$$

$$D = \frac{|d1| + |d2| + |d3| + \dots + |dN|}{n} \quad (4-5)$$

Deviasi standar :

$$\sigma = \sqrt{\frac{d1^2 + d2^2 + d3^2 + \dots + dN^2}{n-1}} \quad (4-6)$$

Kesalahan yang mungkin terjadi :

$$0,6475\sigma \quad (4-7)$$

dari persamaan-persamaan (4-5), (4-6) dan (4-7) diatas didapat :

Penyimpangan rata-rata (D) = 1,04 Volt/meter

Deviasi standar (σ) = 2,08 Volt/meter

Kesalahan yang mungkin = 1,35 Volt/meter

BAB V

KESIMPULAN

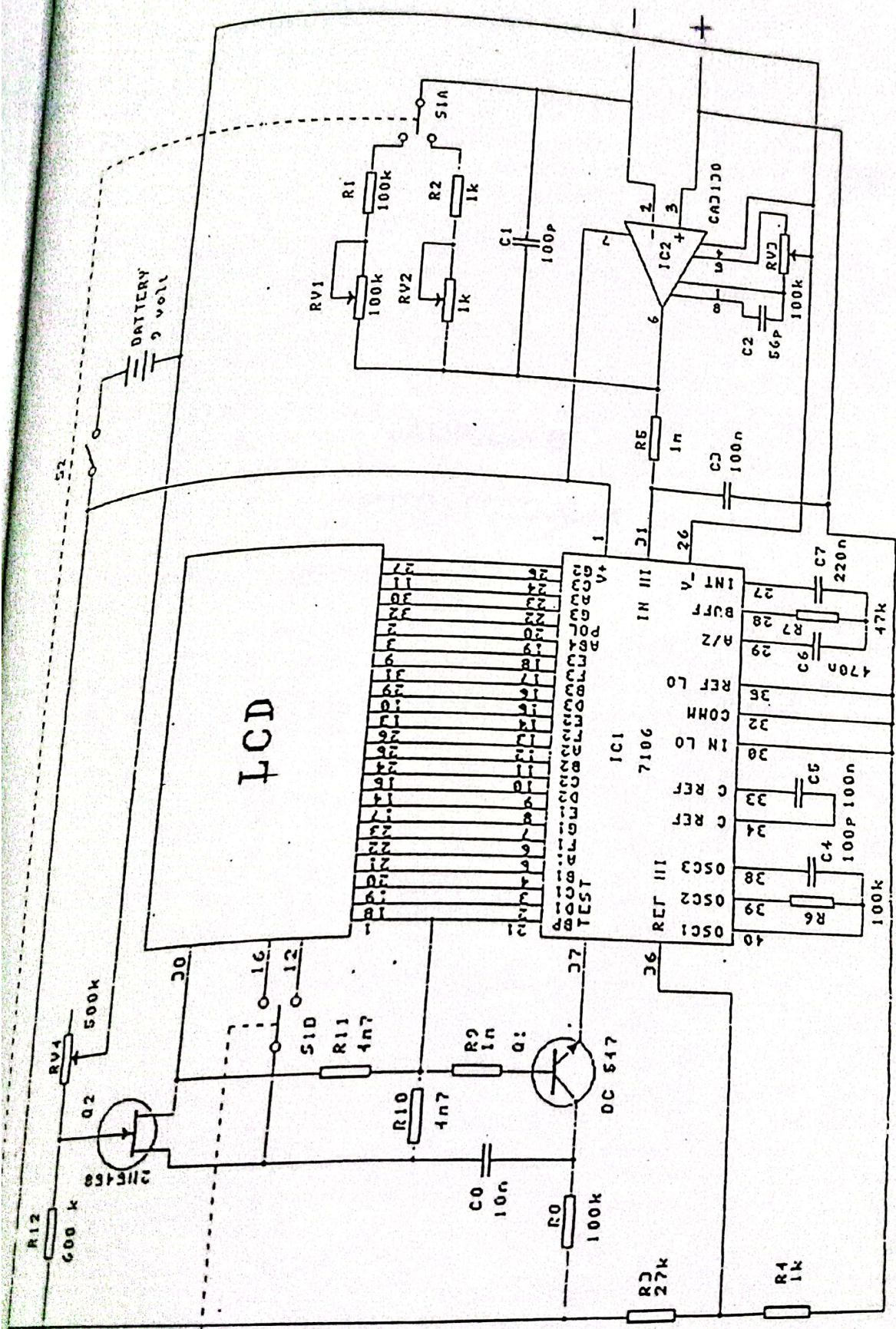
1. Makin jauh jarak dari suatu peralatan listrik yang menimbulkan medan magnet listrik makin kecil kuat medannya, sesuai dengan data hasil ukur dan rumus yang ada pada literatur.
2. Perbandingan antara hasil pengukuran dan perhitungan yang memiliki % kesalahan rata-rata sebesar 4,35% . Hal ini mungkin disebabkan :
 - Posisi alat ukur tidak terletak didaerah medan magnet listrik yang bebas ruangan, sehingga pancaran radiasi dari antena pemancar seringkali berinterferensi dengan sinyal-sinyal

- akibat adanya pantulan benda-benda di sekeliling antena.
- Sulitnya dicapai antena pemancar yang benar-benar dapat memancarkan gelombang dengan homogen dan omni direction sempurna.
- komponen komponen yang tidak presisi.

DAFTAR PUSTAKA

1. A. Edmister, Joseph, Elektromagnetika, Erlangga, Jakarta, 1995
2. Adam, K, Charles, Optoelektronic Projects, Tab book, USA, 1997
3. Roger L. Tokheim, Elektronika Digital, Erlangga 1995.
4. Resnick, Robert dan Holiday, David, Fisika 2, Erlangga, Jakarta, 1984.
5. Hyatt, William, JR, Elektromagnetika Teknologi, Erlangga, Jakarta, 1984.
6. Simanjutak, Tiur, Listrik Magnit, Alumni, Bandung, 1985.
7. Zemansky, MW dan Sears, FW, Fisika untuk Universitas, Bhiwantara, Bandung, 1963.

LAMPIRAN A
SKEMA RANGKAIAN



LAMPIRAN B
FOTO - FOTO ALAT

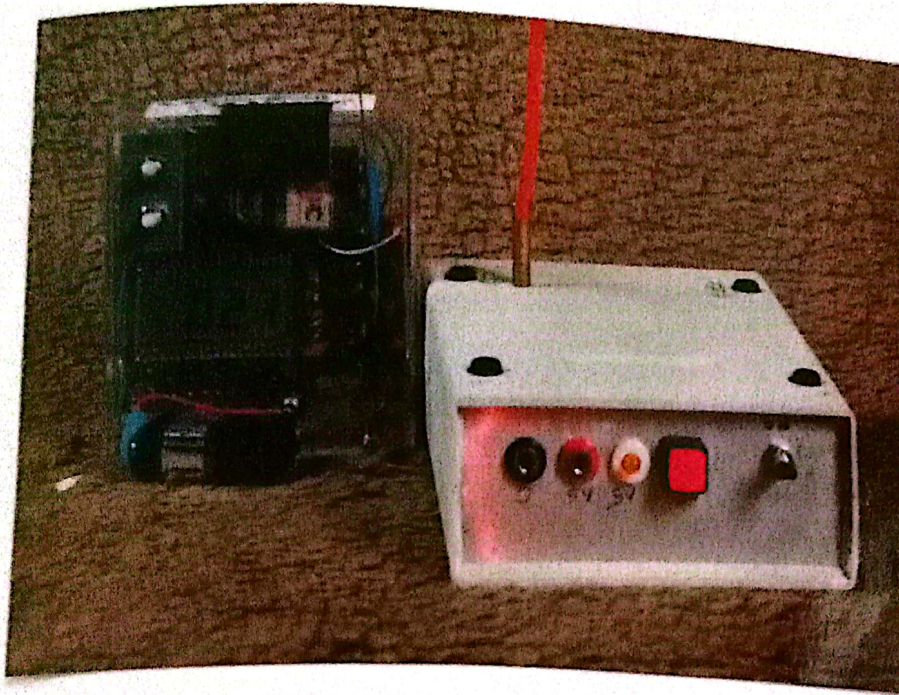


FOTO - FOTO ALAT

LAMPIRAN C
DATA SHEET IC DAN DATA BOOKS

INTERMIL

ICL7106/7107

3 1/2-Digit Single Chip A/D Converter

FEATURES

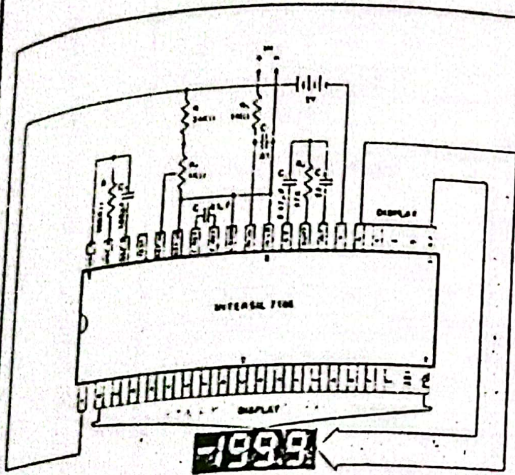
- Guaranteed zero reading for 0 volts input on all scales.
- True polarity at zero for precise null detection.
- 1 pA typical input current.
- True differential input and reference.
- Direct display drive - no external components required. — LCD ICL7106 — LED ICL7107
- Low noise - less than 15 μV p-p.
- On-chip clock and reference.
- Low power dissipation - typically less than 10mW.
- No additional active circuits required.
- Evaluation Kit available.

GENERAL DESCRIPTION

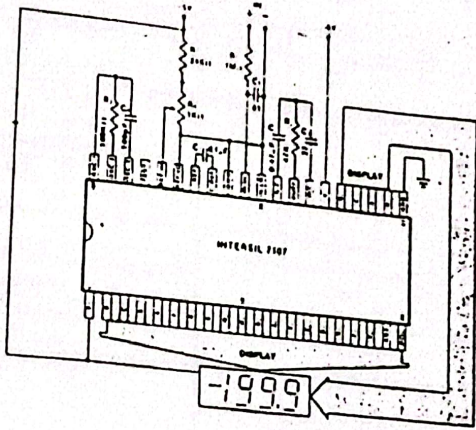
The Intersil ICL7106 and 7107 are high performance, low power 3 1/2-digit A/D converters containing all the necessary active devices on a single CMOS I.C. Included are seven-segment decoders, display drivers, reference, and a clock. The 7106 is designed to interface with a liquid crystal display (LCD) and includes a backplane drive; the 7107 will directly drive an instrument-size light emitting diode (LED) display.

The 7106 and 7107 bring together an unprecedented combination of high accuracy, versatility, and true economy. High accuracy like auto-zero to less than 10 μV, zero drift of less than 1 μV/°C, input bias current of 10 pA max., and roll-over error of less than one count. The versatility of true differential input and reference is useful in all systems, but gives the designer an uncommon advantage when measuring load cells, strain gauges and other bridge-type transducers. And finally the true economy of single power supply operation (7106), enabling a high performance panel meter to be built with the addition of only 7 passive components and a display.

4



ICL7106 with Liquid Crystal Display

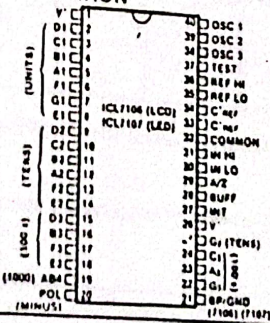


ICL7107 with LED Display

ORDERING INFORMATION

Part	Package	Temp. Range	Order Part #
7106	40 pin ceramic DIP	0°C to +70°C	ICL7106CDL
7106	40 pin plastic DIP	0°C to +70°C	ICL7106CPL
7106	40 pin CERDIP	0°C to +70°C	ICL7106CJL
7107	40 pin ceramic DIP	0°C to +70°C	ICL7107CDL
7107	40 pin plastic DIP	0°C to +70°C	ICL7107CPL
7106 KH	Evaluation kits contain IC, display, circuit board, passive components and hardware.		ICL7106EV/KH
7107 KH			ICL7107EV/KH

PIN CONFIGURATION



ICL7106/ICL7107

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)	
Ceramic Package	1000mW
Plastic Package	800mW
Operating Temperature	0°C to +70°C
Storage Temperature	-65°C to +150°C
Lead Temperature (Soldering, 60 sec)	300°C

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.

Note 1: Input voltages may exceed the supply voltages provided the input current is limited to a 100µA.

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

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} = ±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
Leakage Current Input	V _{IN} = 0										pA
Zero Reading Drift	V _{IN} = 0 0° < T _A < 70°C				0.2			1			µV/°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)											mA
Analog Common Voltage (With respect to Pos. Supply)	25kΩ between Common & Pos. Supply	2.4			0.6			1.8			V
Temp. Coeff. of Analog Common (With respect to Pos. Supply)	25kΩ 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) (Pin 19 only)	V ⁺ = 5.0V Segment voltage = 3V	5			8.0						mA
		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: Back plane 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.

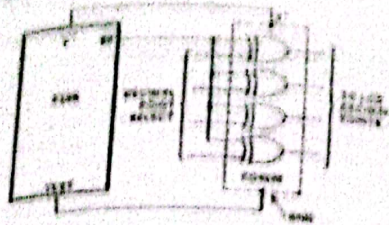


Figure 5: Exclusive 'ON' Gate for Decimal Point Drive

The second function is a "lamp test". When TEST is pulled high (to V⁺) all segments will be turned on and the display should read - 1888. The TEST pin will sink about 10mA under these conditions.

Caution: on the 7106, in the lamp test mode, the segments have a constant DC voltage (no square-wave) and may burn the LCD display if left in this mode for several minutes.

DISPLAY FONT

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

DIGITAL SECTION

Figures 7 and 8 show the digital section for the 7106 and 7107, respectively. In the 7106, an internal digital ground is generated from a 5.6 volt Zener diode and a large P channel source follower. This supply is made stiff to absorb the relative large capacitive currents when the back plane shift voltage is switched. The BP frequency is the clock frequency divided by 800. For three readings/seconds this is a 60 Hz square wave with a nominal amplitude of 5 volts. The segments are driven at the same frequency and amplitude. ON in all cases negligible DC voltage exists across the segments.

Figure 8 is the Digital Section of the 7107. It is identical to the 7106 except that the regulated supply and back plane drive have been eliminated and the segment drive has been increased from 2 to 6 mA. Typical for instrument size common anode LED displays. Since the 1000 output (pin 19) must sink current from two LED segments, it has twice the drive capability or 16mA.

In both devices, the polarity indication is "on" for negative analog inputs. If IN LO and IN HI are reversed, this indication can be reversed also, if desired.

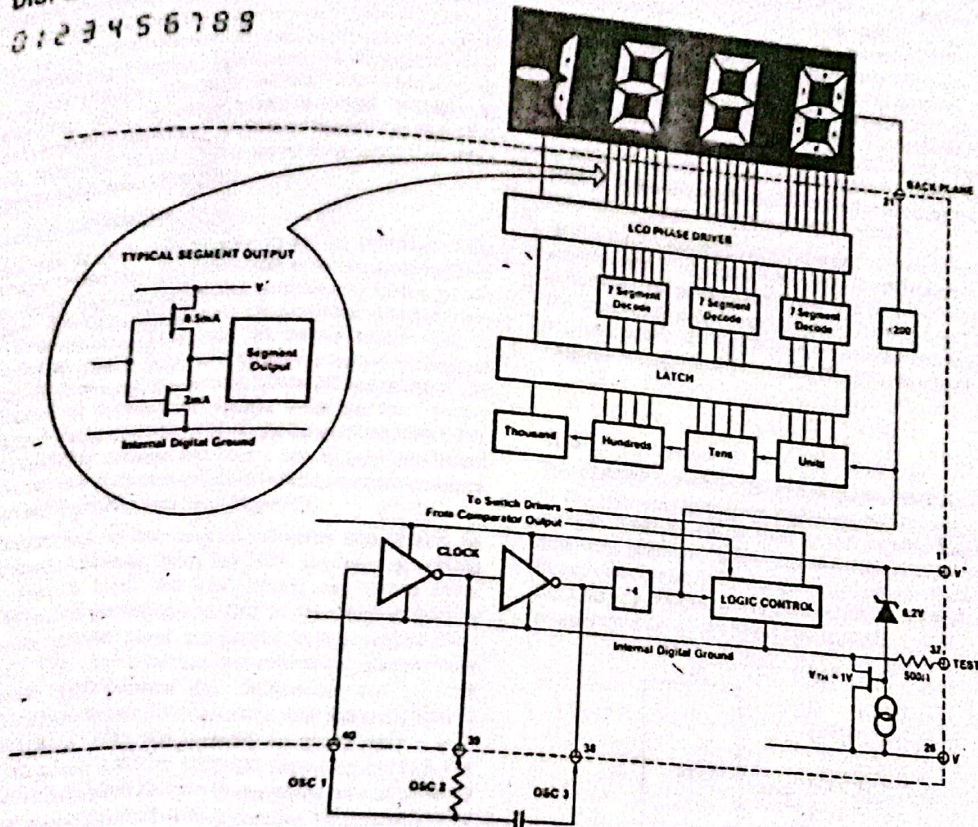


Figure 7: Digital Section 7106

Differential Input

The input can accept differential voltages anywhere within the common mode range of the input amplifier, or specifically from 0.5 volts below the positive supply to 1.0 volt above the negative supply. In this range the system has a CMRR of 88 dB typical. However, since the integrator also swings with the common mode voltage, care must be exercised to assure the integrator output does not saturate. A worst case condition would be a large positive common-mode voltage with a near full-scale negative differential input voltage. The negative input signal drives the integrator positive when most of its swing has been used up by the positive common mode voltage; for these critical applications the integrator swing can be reduced to less than the recommended 2V full scale swing with little loss of accuracy. The integrator output can swing within 0.3 volts of either supply without loss of linearity. See A032 for a discussion of the effects of stray capacitance.

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 roll-over voltage caused by the reference capacitor losing or gaining charge to stray capacity on its nodes. If there is a large common mode voltage, the reference capacitor can gain charge (increase voltage) when called up to integrate a positive signal but lose charge (decrease voltage) when called up to deintegrate a negative input signal. The difference in reference for (+) or (-) input voltage will give a roll-over error. However, by selecting the reference capacitor large enough in comparison to the stray capacitance, this error can be held to less than 0.5 count for the worst case condition. (See Component Value Selection)

Analog COMMON

This pin is included primarily to set the common mode voltage for battery operation (7106) or for any system where the input signals are floating with respect to the power supply. The COMMON pin sets a voltage that is approximately 2.6 volts more negative than the positive supply. This is selected to give a minimum end-of-life battery voltage of about 6V. However, the analog COMMON has some of the attributes of a reference voltage. When the total supply voltage is large enough to cause the zener to regulate (>7V), the COMMON voltage will have a low voltage coefficient (0.001%/V), low output impedance ($\approx 15\Omega$), and a temperature coefficient typically less than 80ppm/ $^{\circ}\text{C}$.

The limitations of the on-chip reference should also be recognized, however. With the 7107, the internal heating which results from the LED drivers can cause some degradation in performance. Due to their higher thermal resistance, plastic parts are poorer in this respect than ceramic. The combination of reference Temperature Coefficient (TC), internal chip dissipation, and package thermal resistance can increase noise near full scale from 25 μV to 80 μV p-p. Also the linearity in going from a high dissipation count such as 1000 (20 segments on) to a low dissipation count such as 1111 (8 segments on) can suffer by a count or more. Devices with a positive TC reference may require several counts to pull out of an overload condition. This is because overload is a low dissipation mode, with the three least significant digits blanked. Similarly, units with a negative TC may cycle between overload and a non-overload count as the die alternately heats and cools. All

these problems are of course eliminated if an external reference is used.

The 7106, with its negligible dissipation, suffers from none of these problems. In either case, an external reference can easily be added, as shown in Fig. 4.

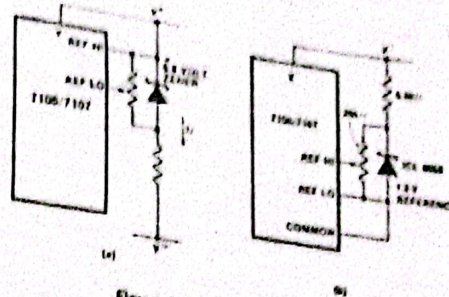


Figure 4: Using an External Reference

Analog COMMON is also used as the input low return during auto-zero and de-integrate. 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. However, in some applications IN LO will be set at a fixed known voltage (power supply common for instance). In this application, 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 reference can be conveniently referenced to analog COMMON, it should be since this removes the common mode voltage from the reference system.

Within the IC, analog COMMON is tied to an N channel FET that can sink 30mA or more of current to hold the voltage 2.6 volts below the positive supply (when a load is trying to pull the common line positive). However, there is only 10 μA of source current, so COMMON may easily be tied to a more negative voltage thus over-riding the internal reference.

TEST

The TEST pin serves two functions. On the 7106 it is coupled to the internally generated digital supply through a 5000 resistor. Thus it can be used as the negative supply for externally generated segment drivers such as decimal points or any other presentation the user may want to include on the LCD display. Figures 5 and 6 show such an application. No more than a 1mA load should be applied.

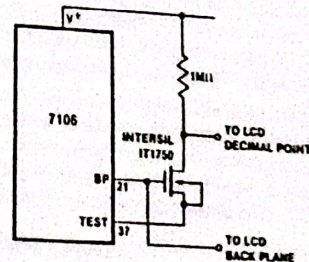


Figure 5: Simple Inverter for Fixed Decimal Point

The high speed

Can have the

DIS

01

4

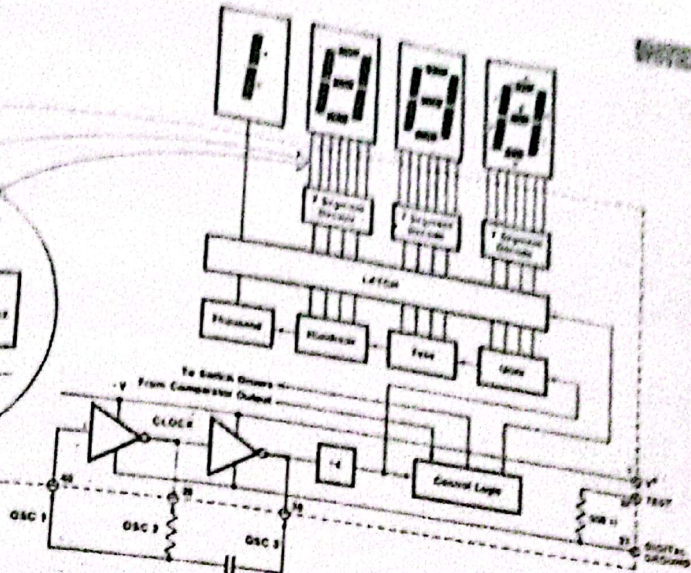
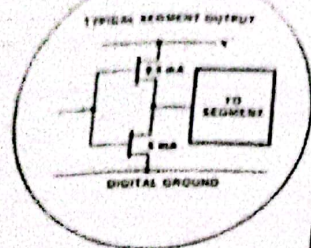


Figure 8. Digital Section 7107

4

System Timing

Figure 9 shows the clocking arrangement used in the 7106 and 7107. Three basic clocking arrangements can be used:

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

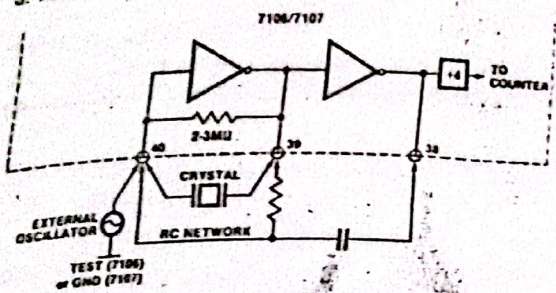


Figure 9: Clock Circuits

The oscillator frequency is divided by four before it clocks the decade counters. It is then further divided to form the three convert-cycle phases. These are signal integrate (1000 counts), reference de-integrate (0 to 2000 counts) and auto-zero (1000 to 3000 counts). For signals less than full scale, auto-zero gets the unused portion of reference deintegrate. This makes a complete measure cycle of 4,000 (16,000 clock pulses) independent of input voltage. For three readings/second, an oscillator frequency of 48kHz would be used.

To achieve maximum rejection of 60 Hz pickup, the signal integrate cycle should be a multiple of 60 Hz. Oscillator frequencies of 240kHz, 120kHz, 80kHz, 60kHz, 48kHz, 40kHz, 33 1/2 kHz, etc. should be selected. For 50Hz rejection, Oscillator frequencies of 200kHz, 100kHz, 80 1/2 kHz, 50kHz, 40kHz, etc. would be suitable. Note that

40kHz (2.5 readings/second) will reject both 50 and 60 Hz (also 400 and 440 Hz).

COMPONENT VALUE SELECTION

1. Integrating Resistor

Both the buffer amplifier and the integrator have a class A output stage with 100µA of quiescent current. They can supply 20µA of drive current with negligible non-linearity. The integrating resistor should be large enough to remain in this very linear region over the input voltage range, but small enough that undue leakage requirements are not placed on the PC board. For 2 volt full scale, 470KΩ is near optimum and similarly a 47KΩ for a 200.0 mV scale.

2. Integrating Capacitor

The integrating capacitor should be selected to give the maximum voltage swing that ensures tolerance build-up will not saturate the integrator swing (approx. 0.3 volt from either supply). In the 7106 or the 7107, when the analog COMMON is used as a reference, a nominal 22 volt full scale integrator swing is fine. For the 7107 with ±5 volt supplies and analog COMMON tied to supply ground, a ±3.5 to ±4 volt swing is nominal. For three readings/second (48kHz clock) nominal values for C_{INT} are 0.22µF and 0.10µF, respectively. Of course, if different oscillator frequencies are used, these values should be changed in inverse proportion to maintain the same output swing.

An additional requirement of the integrating capacitor is it have low dielectric absorption to prevent roll-over errors. While other types of capacitors are adequate for this application, polypropylene capacitors give undetectable errors at reasonable cost.

3. Auto-Zero Capacitor

The size of the auto-zero capacitor has some influence on the noise of the system. For 200 mV full scale where noise

is very important, a 0.47 μ F capacitor is recommended. On the 2 volt scale, a 0.047 μ F capacitor increases the speed of recovery from overload and is adequate for noise on this scale.

4. Reference Capacitor

A 0.1 μ F capacitor gives good results in most applications. However, where a large common mode voltage exists (i.e. the REF LO pin is not at analog COMMON) and a 200mV scale is used, a larger value is required to prevent roll-over error. Generally 1.0 μ F will hold the roll-over error to 0.5 count in this instance.

5. Oscillator Components

For all ranges of frequency a 100K Ω resistor is recommended and the capacitor is selected from the equation $f = \frac{1}{2\pi RC}$. For 48kHz clock (3 readings/second), $C = 100$ pF.

6. Reference Voltage

The analog input required to generate full-scale output (2000 counts) is: $V_{IN} = 2V_{REF}$. Thus, for the 200.0mV and 2.000 volt scale, V_{REF} should equal 100.0 mV and 1.000 volt, respectively. However, in many applications where the A/D is connected to a transducer, there will exist a scale factor other than unity between the input voltage and the digital reading. For instance, in a weighing system, the voltage from the transducer is 0.682V. Instead of dividing the input down to 200.0 mV, the designer should use the input voltage directly and select $V_{REF} = .341$ V. Suitable values for integrating resistor and capacitor would be 120K Ω and 0.22 μ F. This makes the system slightly quieter and also avoids a divider network on the input. The 7107 with ± 5 V supplies can accept input signals up to ± 4 V. Another advantage of this system occurs when a digital reading of zero is desired for $V_{IN} \neq 0$. Temperature

and weighing systems with a variable tare are examples. This offset reading can be conveniently generated by connecting the voltage transducer between IN HI and COMMON and the variable for fixed offset voltage between COMMON and IN LO.

7. 7107 Power Supplies

The 7107 is designed to work from ± 5 V supplies. However, if a negative supply is not available, it can be generated from the clock output with 2 diodes, 2 capacitors, and an inexpensive I.C. Figure 10 shows this application. See ICL7660 data sheet for an alternative.

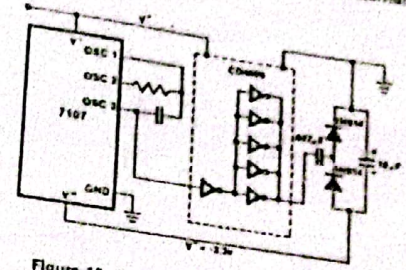


Figure 10: Generating Negative Supply from +5V

4

- In fact, in selected applications no negative supply is required. The conditions to use a single +5V supply are:
1. The input signal can be referenced to the center of the common mode range of the converter.
 2. The signal is less than ± 1.5 volts.
 3. An external reference is used.

TYPICAL APPLICATIONS

The 7106 and 7107 may be used in a wide variety of configurations. The circuits which follow show some of the

possibilities, and serve to illustrate the exceptional versatility of these A/D converters.

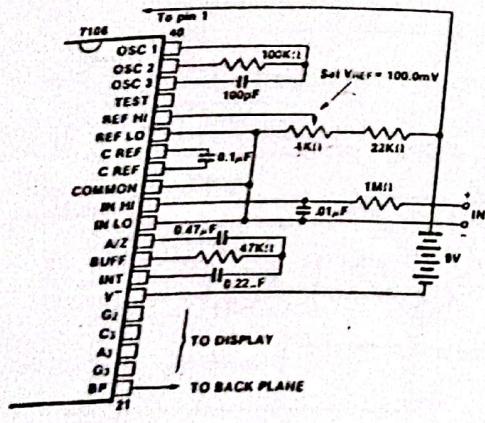


Figure 11: 7106 using the internal reference. Values shown are for 200.0 mV full scale, 3 readings per second, floating supply voltage (9V battery).

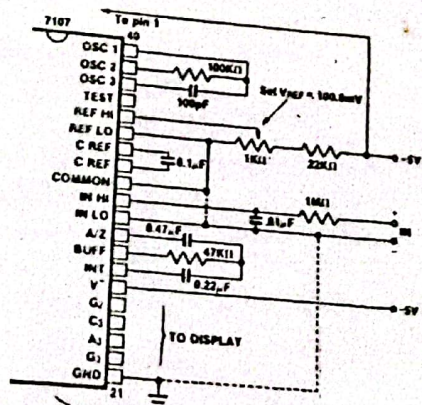


Figure 12: 7107 using the internal reference. Values shown are for 200.0 mV full scale, 3 readings per second. IN LO may be tied to either COMMON for inputs floating with respect to supplies, or GND for single ended inputs. (See discussion under Analog COMMON.)

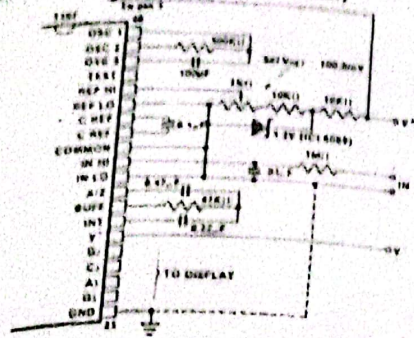


Figure 13: 7107 with an external band-gap reference (1.2V type). IN LO is tied to COMMON, thus establishing the correct common mode voltage. If COMMON is not shorted to GND, the input voltage may float with respect to the power supply and COMMON acts as a pre-regulator for the reference. If COMMON is shorted to GND, the input is single ended (referred to supply ground) and the pre-regulator is over-riden.

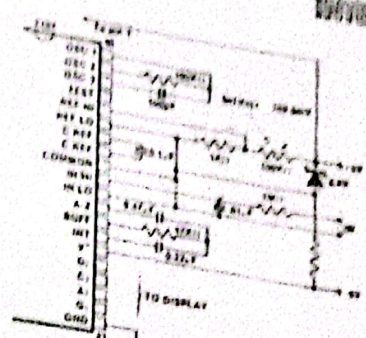


Figure 14: 7107 with Zener diode reference. Since low T.C. zeners have breakdown voltages ~ 6.8V, diode must be placed across the total supply (10V). As in the case of Figure 12, IN LO may be tied to either COMMON or GND.

4

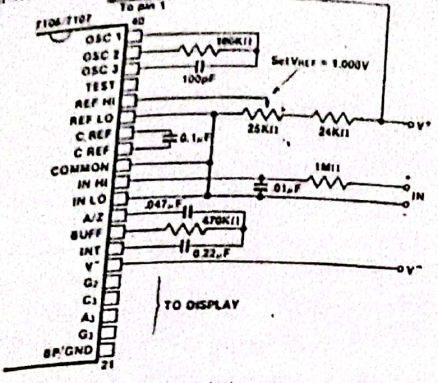


Figure 15: 7106/7107: Recommended component values for 2.000V full scale.

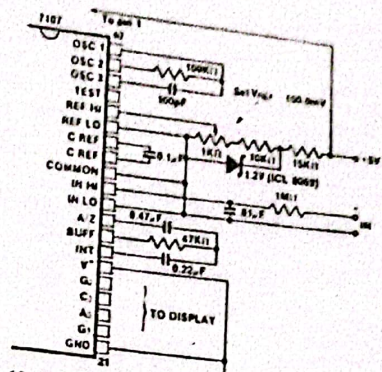


Figure 16: 7107 operated from single +5V supply. An external reference must be used in this application, since the voltage between V+ and V- is insufficient for correct operation of the internal reference.

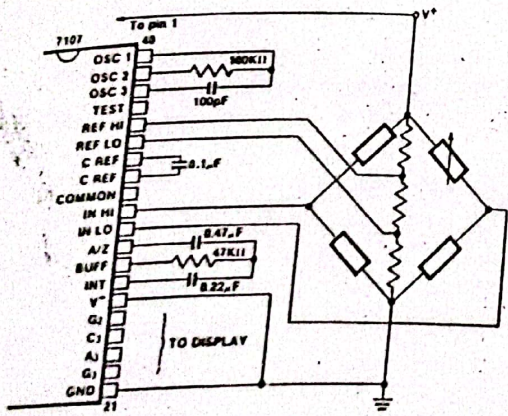


Figure 17: 7107 measuring ratiometric values of Quad Load Cell. The resistor values within the bridge are determined by the desired sensitivity.

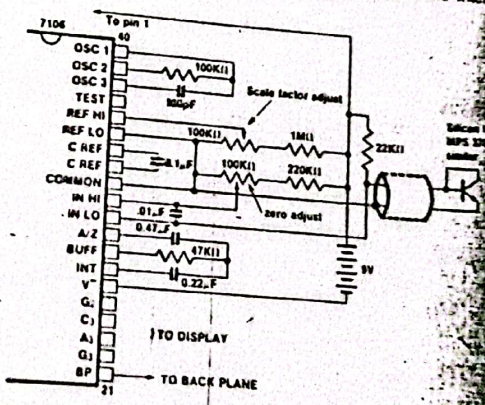


Figure 18: 7106 used as a digital centigrade thermometer. A silicon diode-connected transistor has a temperature coefficient of about $-2mV/^{\circ}C$. Calibration is achieved by placing the sensing transistor in ice water and adjusting the zeroing potentiometer for a 0.00 reading. The sensor should then be placed in boiling water and scale-factor potentiometer adjusted for 100.0 reading.

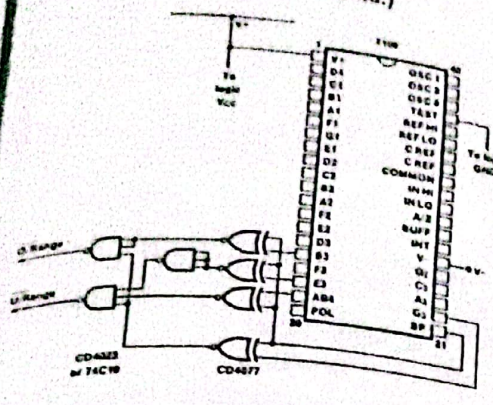


Figure 19: Circuit for developing Underrange and Overrange signals from 7106 outputs.

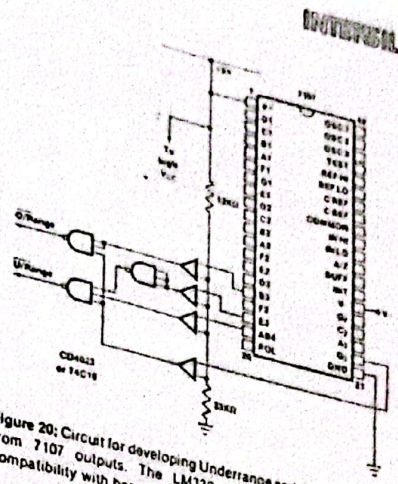


Figure 20: Circuit for developing Underrange and Overrange signals from 7107 outputs. The LM339 is required to ensure logic compatibility with heavy display loading.

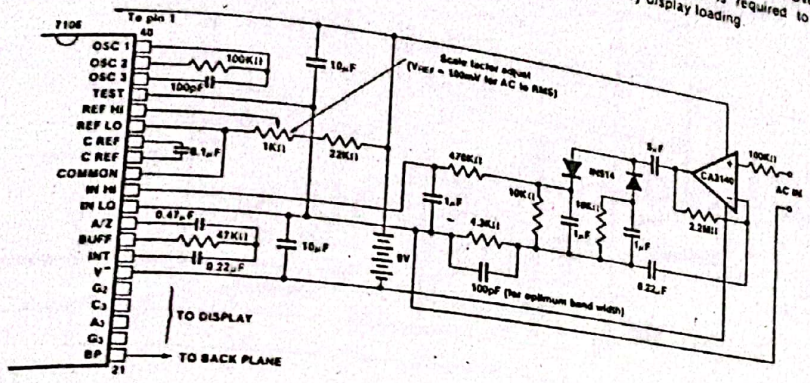


Figure 21: AC to DC Converter with 7106. TEST is used as a common mode reference level to ensure compatibility with most op-amps.

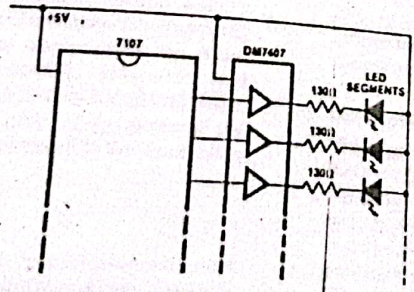


Figure 22: Display Buffering for increased drive current. Requires four DM7407 Hex Buffers. Each buffer is capable of sinking 40 mA.

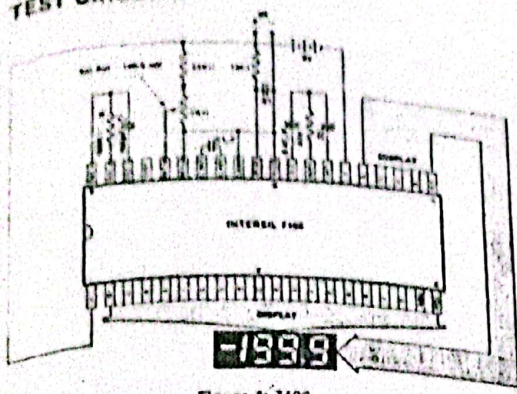


Figure 1: 7106

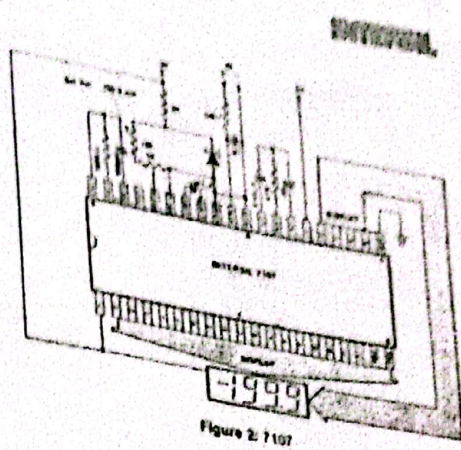


Figure 2: 7107

**DETAILED DESCRIPTION
ANALOG SECTION**

Figure 3 shows the Block Diagram of the Analog Section for the ICL7106 and 7107. Each measurement cycle is divided

into three phases. They are (1) auto-zero (A-Z), (2) signal integrate (INT) and (3) de-integrate (DE).

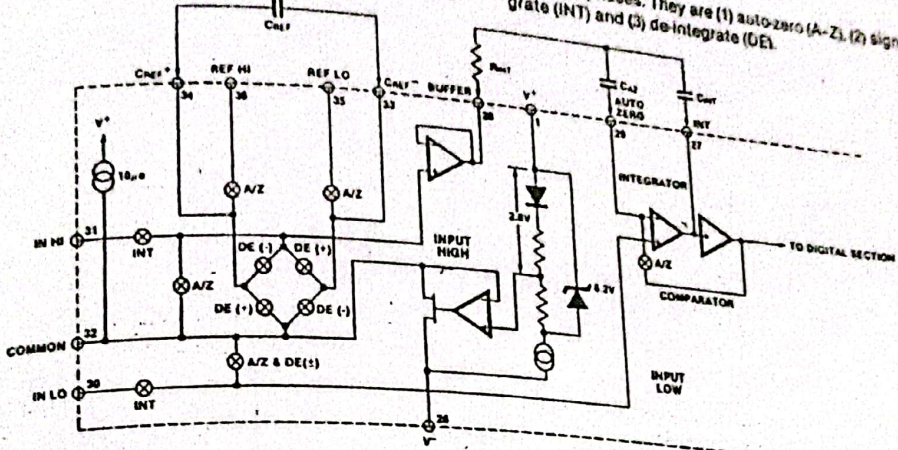


Figure 3: Analog Section of 7106/7107

1. Auto-zero phase

During auto-zero three things happen. First, input high and low are disconnected from the pins and internally shorted to analog COMMON. Second, the reference capacitor is charged to the reference voltage. Third, a feedback loop is closed around the system to charge the auto-zero capacitor CA2 to compensate for offset voltages in the buffer amplifier, integrator, and comparator. Since the comparator is included in the loop, the A-Z accuracy is limited only by the noise of the system. In any case, the offset referred to the input is less than 10µV.

2. Signal Integrate phase

During signal Integrate, the auto-zero loop is opened, the internal short is removed, and the internal input high and low are connected to the external pins. 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, on the other hand, 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. At the end of this phase, the polarity of the integrated signal is determined.

3. De-Integrate phase

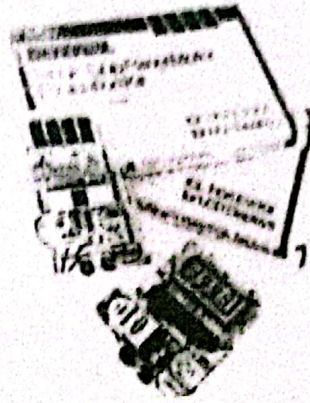
The final phase is de-integrate, or reference Integrate. Input low is internally connected to analog COMMON and input high is connected across the previously charged reference capacitor. Circuitry within the chip ensures that the capacitor will be connected with the correct polarity to cause the integrator output to return to zero. The time required for the output to return to zero is proportional to the input signal. Specifically the digital reading displayed is $1000 \left(\frac{V_{IN}}{V_{REF}} \right)$.

ICL7106/ICL7107

7106/7107 EVALUATION KITS

After purchasing a sample of the 7106 or the 7107, the majority of users will want to build a simple voltmeter. The parts can then be evaluated against the data sheet specifications, and tried out in the intended application. However, locating and purchasing even the small number of additional components required, then wiring a breadboard, can often cause delays of days or sometimes weeks. To avoid this problem and facilitate evaluation of these unique circuits, Intersil is offering a kit which contains all the necessary components to build a 3½ digit panel meter. With the help of this kit, an engineer or technician can have the system "up and running" in about half an hour.

Two kits are offered, the ICL7106EV/KIT and the ICL7107EV/KIT. Both contain the appropriate IC, a circuit board, a display (LCD for 7106EV/KIT, LEDs for 7107EV/KIT), passive components, and miscellaneous hardware.



APPLICATION NOTES

- 4
- A016 "Selecting A/D Converters", by David Fullagar.
 - A017 "The Integrating A/D Converter", by Lee Evans.
 - A018 "Do's and Don'ts of Applying A/D Converters", by Peter Bradshaw and Skip Osgood.
 - A019 "4½-Digit Panel Meter Demonstrator/Instrumentation Boards", by Michael Dufort.
 - A023 "Low Cost Digital Panel Meter Designs", by David Fullagar and Michael Dufort.
 - A032 "Understanding the Auto-Zero and Common Mode Performance of the ICL7106/7107 Family", by Peter Bradshaw.
 - A046 "Building a Battery-Operated Auto Ranging DVM with the ICL7106", by Larry Goff.
 - A052 "Tips for Using Single-Chip 3½-Digit A/D Converters", by Dan Watson.