

SKRIPSI

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN GRID DIP METER



Disusun oleh :

NURCAHYO
NIM 03.17.086



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

SEPTEMBER 2007

SKRIPSI

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN
GRID DIP METER

MILIK
PERUSAHAAN
IN MALANG

Disusun oleh :
MUBACHAYU
NIM 09.17.008

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
KONSTRUKSI TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO 2-1

SEPTEMBER 2007

LEMBAR PERSETUJUAN

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN GRID DIP METER

SKRIPSI

*Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Elektronika Strata Satu (S-1)*

Disusun Oleh :

NURCAHYO
NIM : 03.17.086

Diperiksa dan Disetujui

Dosen Pembimbing I



Ir. H. Sidik Noertjahjono, MT
NIP.Y.1028700167

Dosen Pembimbing II



Ir. Kartiko Ardi Widodo, MT
NIP.Y.1039700310

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1



Ir. E. Yudi Limpraptono, MT
NIP.Y 1039500274

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2007**



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Nur Cahyo
NIM : 03.17.086
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika
Judul Skripsi : Perancangan Dan Pembuatan Grid Dip Meter.

Dipertahankan di hadapan majelis penguji Skripsi jenjang Strata satu (S-1) pada :

Hari : Senin
Tanggal : 3 September 2007
Dengan Nilai : 87,4 (A) *BY*



Ketua Majelis Penguji

(Ir. Mochtar Asroni, MSME)
NIP.Y.1018100036

Sekretaris Majelis Penguji

(Ir. F. Yudi Limpraptono, MT)
NIP.Y.1039500274

Penguji I

(Joseph Dedy Irawan, ST, MT)
NIP.P.1039800324

Penguji II

(I Komang Somawirata, ST, MT)
NIP.P. 1030100361

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kepada Alloh swt, atas berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “ Perancangan dan Pembuatan Grid Dip Meter. Skripsi ini merupakan persyaratan kelulusan studi di jurusan Teknik Elektro S-1 konsentrasi Teknik Elektronika ITN Malang dan untuk mencapai gelar sarjana teknik.

Keberhasilan penyelesaian laporan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Untuk itu penyusun menyampaikan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. DR. Ir. Abraham Lomi, MSME selaku Rektor ITN Malang.
2. Bapak Ir. Mochtar Asroni, MSME selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri.
3. Ir. F. Yudi Limpraptono, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1
4. Bapak Ir.H.Sidik Noertjahjono, MT selaku Dosen Pembimbing I dan Ka. Laboratorium Sistem Telekomunikasi.
5. Bapak Ir. Kartiko Ardi Widodo, MT selaku Dosen Pembimbing II
6. Orang tua serta saudara-saudara kami yang telah memberikan doa restu, dorongan, semangat dan biaya.
7. Teman-teman instruktur Laboratorium Perancangan Elektronika yang telah membantu.
8. Semua yang telah membantu dalam penyelesaian penyusunan skripsi ini.
9. Laily kurniatin sebagai teman yang selalu memberi semangat dan motifasi.

Penyusun telah berusaha semaksimal mungkin dan menyadari sepenuhnya akan keterbatasan pengetahuan dalam menyelesaikan laporan ini, untuk itu penyusun mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari pembaca demi kesempurnaan laporan ini.

Harapan penyusun semoga laporan ini memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan pembaca.

Malang, September 2007

Penulis

ABSTRAKSI

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN GRID DIP METER

Nur Cahyo, 0317086, Jurusan Teknik Elektronika S-1

Dosen Pembimbing I : Ir. H.Sidik Noertjahjono, MT

Dosen Pembimbing II : Ir. Kartiko Ardi Widodo, MT

Seringkali kita kesulitan tidak mengetahui titik kerja frekuensi resonansi rangkaian yang berhubungan yang dengan L dan C yang dipasang ke osilator maupun filter pada receiver atau transmitter. Oleh sebab itu dibuat alat ukur Grid Dip Meter, dengan cara memilih koil dip meter pada skala frekuensi resonansi yang sama dengan frekuensi resonansi rangkaian L dan C didekatkan sejajar kemudian memutar tombol dial pencari frekuensi dip meter sampai memperoleh skala frekuensi yang beresonan, sampai jarum indikator menunjukkan simpangan yang terkecil, itu berarti dalam kondisi " dip " yang menyatakan bahwa rangkaian L dan C yang diukur beresonansi pada frekuensi yang ditunjukkan pada panel dip meter.

Frekuensi resonansi yang dapat dikoreksi oleh Grid Dip Meter dari koil 1(1,8 MHz - 2,3 MHz), Koil 2(2,9 MHz-4 MHz), Koil 3(4 MHz – 5,6 MHz), Koil 4(6,6 MHz – 8,9 MHz). Kestabilan frekuensi Grid Dip Meter dalam 1 - 30 menit dari frekwensi resonan yang dihasilkan 50 %.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAKSI.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GRAFIK.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	1
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan	2
1.5. Metodologi Perencanaan.....	2
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB II TEORI DASAR.....	4
2.1. Tinjauan Umum	4
2.2. Teori Induktor	4
2.2.1. Induktor self-induced	6
2.2.2. Perhitungan Induktor Inti Udara	7
2.3. Rangkaian Resonansi	9
2.3.1. Teori Rangkaian LC.....	9
2.3.2. Rangkaian Resonansi RLC	10
2.3.2.1. Rangkaian Resonansi RLC Seri.....	11
2.3.2.2. Rangkaian Resonansi RLC Pararel.....	14
2.3.3. Impedansi Rangkaian LC.....	16
2.3.3.1 Impedansi Rangkaian LC Seri	16
2.3.3.2. Impedansi Rangkaian LC Seri	17

2.4. Teori Transformator.....	18
2.4.1. Teori Absorpsi	22
2.5. Penguat Operasi	23
2.5.1. Kompensasi Op-Amp Untuk Frekwensi Tinggi	24
2.5.2. Op-Amp Dalam Rangkaian Linier.....	25
2.6. Osilator.....	25
2.6.1.Kriteria Osilator	26
2.6.2.Osilator Resistansi Negatif	27
2.6.3.Osilator Umpan Balik	32
BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT.....	37
3.1. Pendahuluan	37
3.2. Perancangan Perangkat keras.....	38
3.3. Perancangan Koil Intik Udara.....	40
3.4. Perancangan Osilator Colpitts.....	43
3.4.1. Analisa Rangkaian Osilator Colpitts.....	45
3.4.2. Analisa DC Rangkaian Osilator Colpitts	50
3.5. Penyearah AC.....	54
3.6. Rangkaian Op-Amp dan Display Analog	55
3.7. Analisa Ketika Rangkaian L dan C Beresonan Dengan Grid Dip Meter.....	57
BAB IV PENGUKURAN DAN PENGUJIAN ALAT	62
4.1. Umum.....	62
4.2. Kalibrasi Grid Dip Meter.	62
4.3. Pengujian Dengan Rangkaian L dan C	66
BAB V PENUTUP.....	68
5.1. Kesimpulan	70
5.2. Saran.....	71
DAFTAR PUSTAKA.....	72
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1. Arah Medan Listrik.....	5
Gambar 2-2. Induktor Dengan Inti Udara	7
Gambar 2-3. Rangkaian RLC Seri	13
Gambar 2-4. Rangkaian RLC Pararel	16
Gambar 2-5. Rangkaian Transformator	19
Gambar 2-6. Rangkaian L dan C Terinduksi	20
Gambar 2-7. Rangkaian – rangkaian ekivalen yang digunakan untuk menjabarkan gambar 2 -6	21
Gambar 2-8. Metode Absorpsi Rangkaian L dan C Dengan Grid Dip Meter.....	22
Gambar 2-9. Rangkaian Op-Amp Dengan Kompensasi RC.....	24
Gambar 2-10. Penambahan Rangkaian Kompensasi	25
Gambar 2-11. Karakteristik Resistansi Negatif Tegangan Stabil	29
Gambar 2-12. Osilator Colpitts	33
Gambar 2-13. Osilator Hartly	33
Gambar 2-14. Osilator Keluaran Tertala.....	34
Gambar 2-15. Osilator Masukan Tertala.....	34
Gambar 2-16. Osilator Colpitts Dipisah Menurut Blok Fungsional	35
Gambar 3-1. Blok Sistem Grid Dip Meter	38
Gambar 3-2. Induktor Inti Udara	41
Gambar 3-3. Kalibrasi Kumparan Dengan LCR Meter	42
Gambar 3-4. Rangkaian Osilator Colpitts.....	44
Gambar 3-5. Rangkaian Ekvivalen Osilator Colpitts.....	46
Gambar 3-6. Rangkaian Ekvivalen Osilator Colpitts Analisa DC.....	50
Gambar 3-7. Penyearah AC menjadi DC.....	53
Gambar 3-8. Rangkaian Op-Amp Dan Indikator Analog	55
Gambar 3-9. Rangkaian L Dan C Terisolasi.....	58
Gambar 3-10. Rangkaian –rangkain Ekvivalen yang digunakan untuk menjabarkan Gambar 3-9.....	59
Gambar 4-1. Diagram Blok Kalibrasi Grid Dip Meter	63
Gambar 4-2. Kumparan Grid Dip Meter.....	65
Gambar 4-3. Pengujian Grid Dip Meter Dengan Rangkaian L Dan C	66

Gambar 4-4. Mengoreksi Frekwensi Resonansi Dari Rangkaian L Dan C 68

DAFTAR TABEL

Tabel 3-1. Kumpulan Gri Dip Meter.....	43
Tabel 3-2. Range Frekwensi Berdasarkan Perhitungan.....	49

DAFTAR GRAFIK

Grafik 2-1. Perhitungan Induktor Dari Jumlah Gulungan Dengan Nilai Dari Induktansi Dalam Mikro Henry (μH).....	8
Grafik 2-2. Hubungan Reaktansi Induktif Dan Kapasitif Terhadap Frekwesi.....	11
Grafik 2-3. Pengaruh Frekwensi Terhadap Impedansi Z.....	14
Grafik 2-4. Respon Penguat Terhadap Frekwensi	23
Grafik 3-1. Respon Kapasitansi Dengan Frekwensi Varaktor MV 209.....	45
Grafik 3-2. Respon IC LM 301 Terhadap Frekwensi	55

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1	DATASHEET 2SK192A
LAMPIRAN 2	DATASHEET IC LM301
LAMPIRAN 3	DATASHEET VARAKTOR MV209

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.

Dalam pembuatan suatu perangkat yang berhubungan dengan rangkaian L dan C seringkali kesulitan karena tidak mengetahui titik kerja frekwensi resonansi yang dipasang ke osilator maupun filter pada receiver atau transmitter.

Mengetahui titik kerja frekwensi resonansi dari rangkaian L dan C tersebut bisa memakai Grid Dip Meter, dengan metode absorpsi gelombang elektromagnet bahwa menurunnya amplitudo grid dip meter yang didalamnya terdapat osilator yang memiliki rangkaian L dan C yang disusun seri atau paralel jika didekatkan pada sebuah rangkaian resonan yang bekerja pada frekwensi resonansi yang sama. Grid Dip Meter juga dapat digunakan untuk mengetahui frekwensi kerja dari antenna yang beresonan pada frekwensi tersebut, mengetahui nilai induktor dari koil RF, mengetahui nilai kapasitor, dan mengetahui nilai induktor koil toroid.

Kelebihan dari Grid Dip Meter bahwa rangkaian yang akan diketahui titik kerja frekwensi resonansinya tidak perlu input power atau input tegangan.

1.2 Rumusan Masalah.

Dalam perancangan dan pembuatan Grid Dip Meter dapat dirumuskan beberapa masalah yang akan dibahas, yaitu :

1. Bagaimana merancang Osilator Colpitts.

2. Bagaimana merancang penguatan tegangan.
3. Frekwensi resonansi dari kumparan dan kapasitor.

1.3 Batasan Masalah.

Agar pembahasan dari perancangan dan pembuatan Grid Dip Meter tidak meluas maka perlu adanya pembatasan permasalahan yang meliputi :

1. Bahan untuk membuat kumparan adalah kawat tembaga.
2. Rangkaian Osilator pada Grid Dip Meter mempergunakan rangkaian L dan C sebagai LC tanknya metode rangkaian menggunakan jembatan Colpitts.
3. Tidak membahas rangkaian komunikasi secara mendetail.

1.4 Tujuan.

Tujuan dari perancangan dan pembuatan Grid Dip Meter ini adalah untuk mengoreksi frekwensi resonansi dari suatu perangkat yang berhubungan dengan rangkaian L dan C.

1.5 Metodologi Perencanaan.

Langkah-langkah yang diambil untuk penyelesaian perancangan dan pembuatan Grid Dip Meter adalah:

1. Studi literature tentang teori perencanaan dalam pembuatan Grid Dip Meter.
2. Perancangan dan pembuatan Grid Dip Meter.

3. Pengujian terhadap peralatan serta pengukuran data hasil pemantauan peralatan.
4. Penyusunan laporan.

1.6 Sistematika Penulisan.

Sistematika pembahasan dari skripsi ini terdiri dari pokok pembahasan yang saling berkaitan antara satu dengan yang lain, yaitu :

BAB I Pendahuluan

Pada bab ini dibahas tentang latar belakang, tujuan, permasalahan, batasan masalah, metodologi dan sistematika penulisan.

BAB II Landasan Teori

Pada bab ini dibahas tentang teori-teori yang mendukung dalam perancangan dan pembuatan alat.

BAB III Perancangan Dan Pembuatan Alat

Pada bab ini dibahas tentang perancangan dan pembuatan keseluruhan sistem perangkat keras (hardware).

BAB IV Pengujian Alat

Pada bab ini dibahas tentang proses serta hasil dari pengujian alat, yang didasarkan oleh pengukuran-pengukuran yang diperlukan.

BAB V Penutup

Pada bab ini akan disampaikan kesimpulan dari perancangan dan pembuatan sistem ini.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Umum.

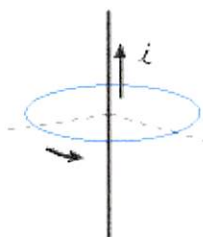
Bab ini membahas sistem Grid dip meter yang terdiri dari teori rangkaian LC dan teori transformator, osilator, dan penguat operasional (*operational-amplifiers*).

2.2 Teori Induktor.

Untuk membuat induktor tidak diperlukan kawat tembaga yang panjang, yang diperlukan hanya puluhan sentimeter, sehingga efek resistansi bahan kawat tembaga dapat diabaikan. Banyak kawat tembaga yang bisa digunakan, dalam pengujian kali ini menggunakan kawat tembaga dengan standar AWG (*American Wire Gauge*). Standar ini tergantung dari diameter kawat, resistansi dan sebagainya. Untuk mendapatkan nilai induktansi yang akurat ada efek kapasitif dan resistif yang harus diperhitungkan. Karena arus yang melewati kawat tembaga hanya dipermukaan. Ini yang dikenal dengan istilah efek kulit (*skin effect*).

Dalam fisika terdapat teori untuk mengetahui arah medan listrik terhadap arus listrik. Jika *seutas* kawat tembaga diberi aliran listrik, maka di sekeliling kawat tembaga akan terbentuk medan listrik. Dengan aturan tangan kanan dapat diketahui

arah medan listrik terhadap arah arus listrik yaitu dengan mengacungkan jari jempol tangan kanan sedangkan keempat jari lain menggenggam. Arah jempol adalah arah arus dan arah ke empat jari lain adalah arah medan listrik yang mengitarinya.



Gambar 2-1 Arah Medan Listrik.

Induktor adalah komponen yang dapat menyimpan energi magnetik. Energi ini direpresentasikan dengan adanya tegangan **emf** (*electromotive force*) jika induktor dialiri listrik. Secara matematis tegangan emf ditulis :

$$E = -L \frac{di}{dt} \dots\dots\dots(1)$$

Tegangan emf adalah respon terhadap perubahan arus fungsi dari waktu terlihat dari rumus **di/dt**. Sedangkan bilangan negatif sesuai dengan hukum **Lenz** yang mengatakan efek induksi cenderung melawan perubahan yang menyebabkannya.

Hubungan antara emf dan arus inilah yang disebut dengan **induktansi**, dan satuan yang digunakan adalah **(H) Henry**.

2.2.1 Induktorself-induced.

Arus listrik yang melewati kabel, jalur-jalur **pcb** dalam suatu rangkaian berpotensi untuk menghasilkan medan induksi. Ini yang sering menjadi pertimbangan dalam mendesain **pcb** supaya bebas dari efek induktansi terutama jika *multilayer*. Tegangan emf akan menjadi penting saat perubahan arusnya fluktuatif. Efek emf menjadi signifikan pada sebuah induktor, karena perubahan arus yang melewati tiap lilitan akan saling menginduksi. Ini yang dimaksud dengan *self-induced*. Secara matematis induktansi pada suatu induktor dengan jumlah lilitan sebanyak N adalah akumulasi flux magnet untuk tiap arus yang melewatinya :

$$L = \frac{N\Phi}{i} \dots\dots\dots (2)$$

Fungsi utama dari induktor di dalam suatu rangkaian adalah untuk melawan fluktuasi arus yang melewatinya. Aplikasinya pada rangkaian DC salah satunya adalah untuk menghasilkan tegangan **DC** yang konstan terhadap fluktuasi beban arus. Pada aplikasi rangkaian AC, salah satu gunanya adalah bisa untuk meredam perubahan fluktuasi arus yang tidak diinginkan. Akan lebih banyak fungsi dari induktor yang bisa diaplikasikan pada rangkaian filter dan Osilator. Dari pemahaman fisika, elektron yang bergerak akan menimbulkan medan elektrik di sekitarnya. Berbagai bentuk kumparan, persegi empat, setengah lingkaran ataupun lingkaran penuh, jika dialiri listrik akan menghasilkan medan listrik yang berbeda. Penampang

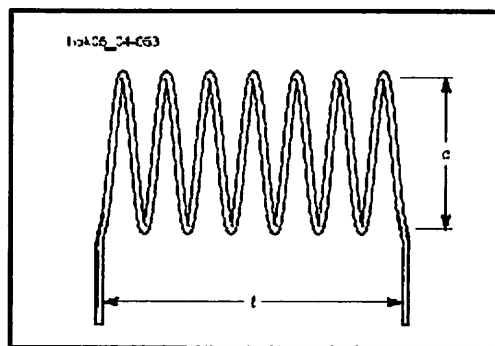
induktor biasanya berbentuk lingkaran, sehingga diketahui besar medan listrik di titik tengah lingkaran adalah :

$$B = \mu\mu_0 n i \dots\dots\dots (3)$$

Jika dikembangkan, n adalah jumlah lilitan N relatif terhadap panjang induktor l . Secara matematis ditulis :

$$n = \frac{N}{l} \dots\dots\dots (4)$$

2.2.2 Perhitungan Induktor Inti Udara :



Gambar 2-2 Induktor dengan inti udara.

Syarat untuk mencari nilai induktansi :

$$L(\mu H) = \frac{d^2 n^2}{18d + 40l}$$

Dengan :

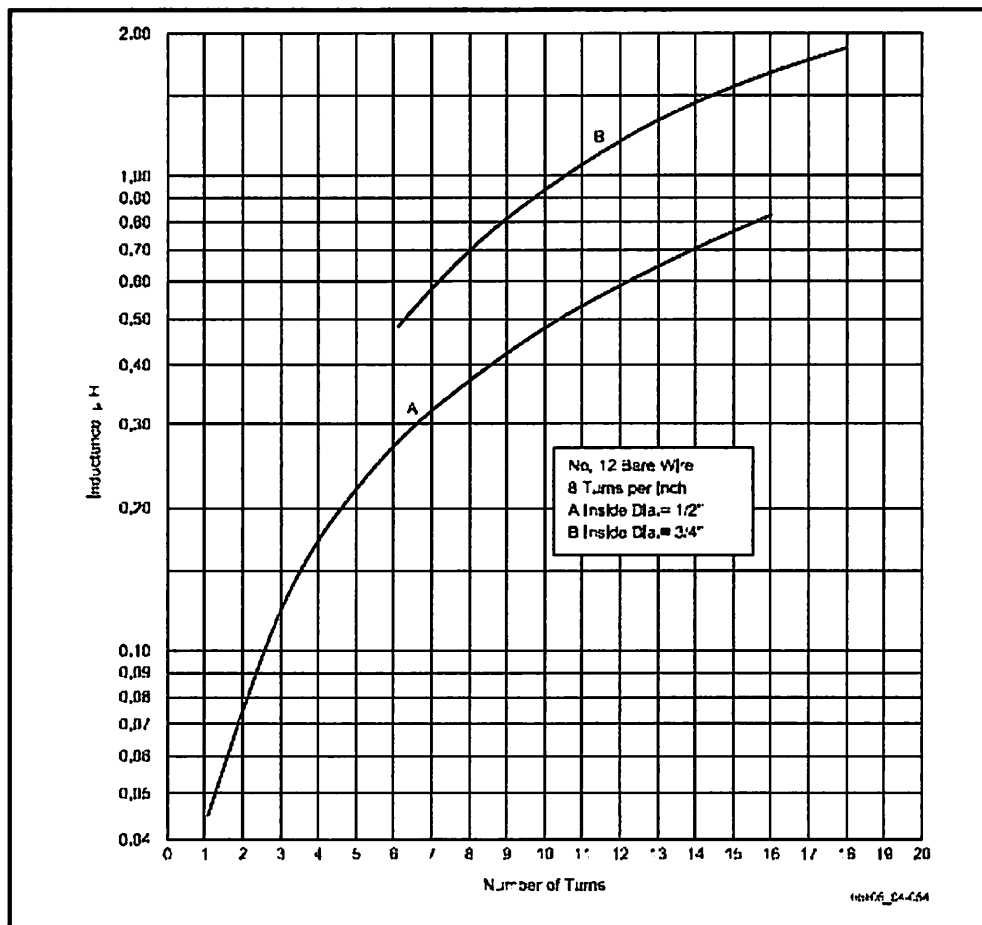
d = Diameter Kumparan.

n = Jumlah lilitan.

l = Panjang lilitan.

L = Nilai induktansi dalam mikro Henry.

Grafik hubungan antara jumlah Kumbaran dan nilai induktansi terdapat pada Grafik 2.1.



Grafik 2-1 Perhitungan Induktor Dari Jumlah Gulungan Dengan Nilai Dari Induktansi Dalam Mikro Henry (μH).

2.3 Rangkaian Resonansi.

2.3.1 Teori Rangkaian LC.

Dalam Rangkaian Filter dan Osilator terdapat tiga komponen dasar yaitu Resistor (R), Induktor (L), Kapasitor (C), pada kali ini hanya akan dibahas mengenai komponen Induktor dan Kapasitor dimana kedua komponen ini memiliki nilai reaktansi yang berubah terhadap frekwensi dengan membentuk persamaan :

$$X_L = 2\pi fL \dots\dots\dots(5)$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC} \dots\dots\dots(6)$$

Jika induktor dan kapasitor dihubungkan kemudian dialiri arus dapat menghasilkan frekwensi resonansi dengan persamaan :

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{LC}} \dots\dots\dots(7)$$

Reaktansi induktif dengan nilai dalam *Henry* dan nilai arus maksimum, selain itu untuk Reaktansi kapasitif dengan nilai dalam *Farad* dan nilai tegangan maksimum. Secara praktek komponen inductor dan kapasitor banyak digunakan pada frekwensi RF dan osilator, Apabila keduanya digunakan dalam frekwensi radio keatas terdapat hal penting yang harus diperhatikan diantaranya adalah factor kualitas Q komponen. Q yang diukur dari nilai energi yang disimpan terhadap energi yang

didisipasikan. Untuk induktor energi disimpan dalam bentuk medan magnet dan mendisipasikan energinya terhadap resistansi kawat, sedangkan kapasitor menyimpan energi dalam medan listrik diantara kedua pelatnya dan mendisipasikan energi sehubungan kejenuhan dari kedua pelat.

$$Q = \frac{\omega L}{R} \dots\dots\dots(8)$$

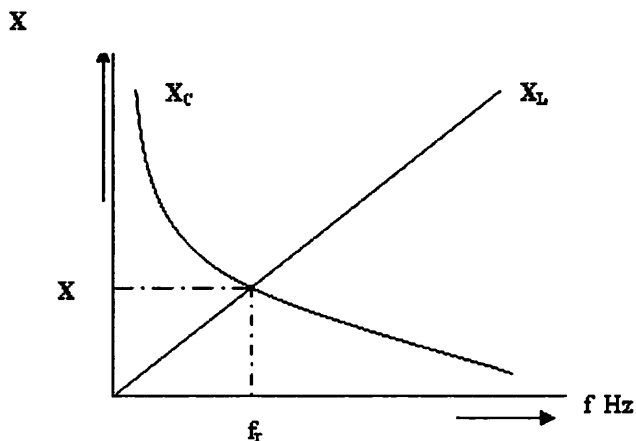
Nilai R diatas adalah nilai resistansi dalam lilitan kawat, nilai Q untuk sebuah lilitan kawat tergantung aplikasinya dan nilai yang umumnya sesuai adalah diatas 500.

$$Q = \frac{\omega C}{G} \dots\dots\dots(9)$$

Nilai G adalah nilai konduktansi pada bahan *dielectric* diantara kedua pelatnya, kualitas kapasitor yang bagus dalam penggunaan rangkaian radio biasanya mempunyai nilai 1000. nilai Q ini banyak dipengaruhi oleh *Radiation, absorbtion, dan lead inductance*

2.3.2 Rangkaian Resonansi RLC.

Resonansi dapat dijelaskan sebagai kondisi rangkaian reaktansi induktif dan kapasitif mempunyai nilai yang sama namun berlawanan phasanya, seperti dalam Gambar 2-2. berikut :



Grafik 2-2 Hubungan Reaktansi Induktif Dan Kapasitif Terhadap Frekwensi.

2.3.2.1 Rangkaian Resonansi *RLC* seri.

R, L, and C dihubung seri, rektansi induktif (X_L) bertambah sesuai dengan penambahan frekwensi dan reaktansi kapasitif (X_C) berkurang bersamaan dengan bertambahnya frekwensi. Frekuensi yang terbentuk adalah frekwensi resonansi (f_r), Untuk persamaan syarat rangkaian beresonansi adalah:

$$X_L = X_C \dots\dots\dots(10)$$

$$\omega L = \frac{1}{\omega C} \dots\dots\dots(11)$$

Perubahan dalam frekwensi dalam hertz diperoleh:

$$2\pi fL = \frac{1}{2\pi fC} \dots\dots\dots(12)$$

f adalah frekwensi resonansi:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \dots\dots\dots(13)$$

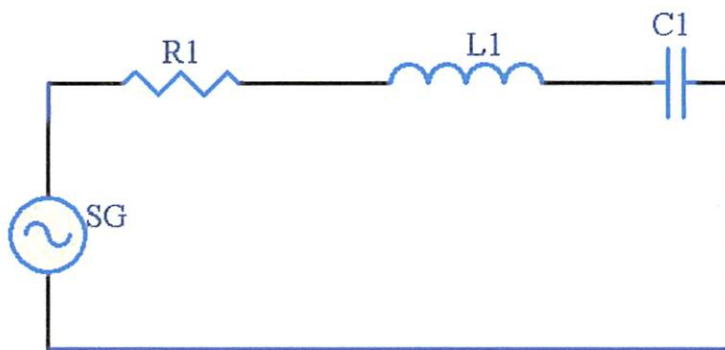
Dalam sebuah rangkaian seri, X_C mendahului 90 derajat sedangkan X_L ketinggalan 90 derajat. Karena itu, keduanya tidak bisa bersamaan. Hanya arus dari reaktansi Kumparan yang berlawanan. Dalam resonansi seri arusnya maksimum pada saat frekwensi resonansi.

- Ketika frekwensi resonansi (f_r) arus maksimum. Impedansi rangkaian minimum.
- Di bawah frekwensi resonansi (f_r), Jika $X_L < X_C$. lebih kapasitif.
- Di atas frekwensi resonansi (f_r), $X_L > X_C$. lebih induktif.

Rangkaian RLC seperti dalam Gambar 2-2. diperoleh impedansi total sebesar Z yang diperoleh dari persamaan :

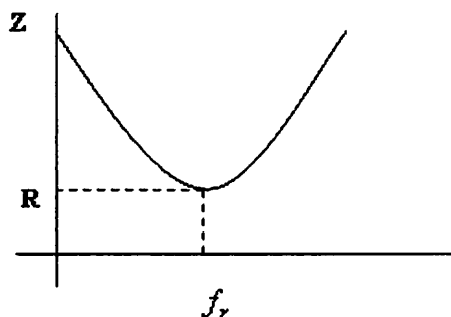
$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \dots\dots\dots(14)$$

Pengaruh terhadap frekwensi saat nilai X_L dan X_C sama, diperoleh nilai f_r (frekwensi resonansi) dan nilai impedansinya sama dengan R. frekwensi resonansi dijelaskan sebagai nilai frekwensi yang diperoleh pada kondisi $X_L = X_C$.



Gambar 2-3 Rangkaian RLC Seri.

Impedansi rangkaian **RLC** mencapai minimum saat terjadi resonansi, dan sebuah grafik hubungan antara impedansi **Z** terhadap frekwensi dapat digambarkan seperti dalam Grafik 2-2. pada frekwensi rendah impedansi rangkaian sangat tinggi, hal ini akibat terjadi pengaruh reaktansi kapasitif X_C yang tinggi, saat frekwensi tinggi nilai reaktansi induktif X_L tinggi sehingga impedansi **Z** menjadi tinggi, dan saat terjadi resonansi antara induktor dan kapasitor diperoleh frekwensi resonansi dan impedansi rangkaian **Z=R.**, proses ini memberikan efek filter tepatnya band stop filter, hal yang dipengaruhi oleh perubahan impedansi adalah nilai tegangan output rangkaian filter.



Grafik 2-3 Pengaruh Frekwensi Terhadap Impedansi Z

2.3.2.2 Rangkaian Resonansi *RLC* Pararel.

Kumparan (**L**) dan kapasitor (**C**) dirangkai pararel yang disuplai dengan sumber **AC**. **R** merupakan resistansi yang dimiliki Kumparan . Ketika X_L sama dengan X_C , reaktansi dan arus sama dan berlawanan. Kemudian arus totalnya menjadi minimum sedangkan impedansi totalnya maksimum.

Diperoleh frekwensi resonansinya:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \dots\dots\dots(15)$$

Berlawanannya reaktansi tidak menyebabkan resonansi minimum, tetapi masing – masing dapat diperoleh persamaan :sumber tegangan (**V**) terhadap impedansi (**Z**) adalah $I=V/Z$, sesuai dengan Hukum Ohm.

- Pada saat frekwensi resonansi (f_r), arus menjadi minimum. Total impedansi menjadi maximum.
- Di bawah frekwensi resonansi (f_r), lebih induktif.
- Di atas frekwensi resonansi (f_r), lebih kapasitif.

Gambar 2-3 menunjukkan suatu rangkaian di mana $L, C, R_t = 1/G_t$ disambung paralel. Resonansi paralel terjadi kalau tegangan masuk dan arus masuk sefae. Q_t dari rangkaian paralel diberikan oleh :

$$Q_t = \frac{\omega_o C}{G_1} = R_t \omega_o C \dots\dots\dots(16)$$

Dan admitansi masuk sama dengan :

$$Y(j\omega) = G_1 + j\left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right) = G_t \left(1 + jQ_t \left(\frac{\omega}{\omega_o} - \frac{\omega_o}{\omega}\right)\right) \dots\dots\dots(17)$$

persamaan (2.1) mempunyai bentuk yang sama dengan pada rangkaian seri dan impedansi rangkaian seri , kecuali bahwa parameter-parameter impedansi diganti dengan parameter admitansi. Sehingga saling mempertukar variabel dalam Gambar tempat kedudukan bidang Z dari impedansi rangkaian RLC seri sampai Gambar tanggapan frekwensi rangkaian RLC seri.dapat digunakan untuk rangkaian RLC paralel. Persamaan yang digunakan disamping persamaan-persamaan di atas adalah:

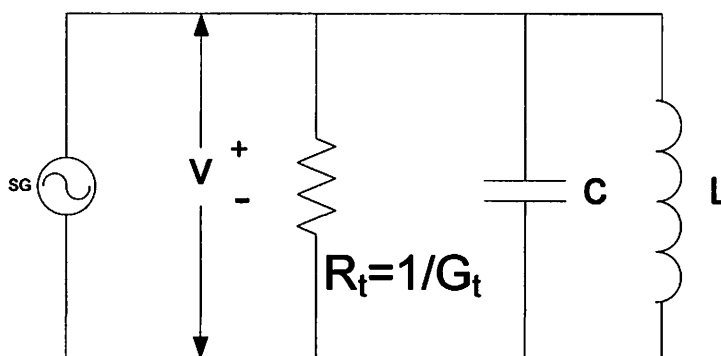
$$2\pi f_o = \omega_o = \frac{1}{\sqrt{LC}} \text{ rad / det} \dots\dots\dots(18)$$

$$Y(j\omega_o) = G_t \dots\dots\dots(19)$$

$$Z(j\omega_o) = R_t \dots\dots\dots(20)$$

Dan

$$B = \frac{f_o}{Q_1} = \frac{1}{2\pi CR_1} \text{ Hz} \dots\dots\dots(21)$$



Gambar 2-4 Rangkaian LCRt Pararel.

2.3.3. Impedansi Rangkaian LC

2.3.3.1. Impedansi Rangkaian LC Seri.

Pertama membandingkan impedansi dari rangkaian seri LC. Total impedansi adalah jumlah dari impedansi induktif dan impedansi kapasitif :

$$Z = Z_L + Z_C \dots\dots\dots(22)$$

Dapat ditulis impedansi induktif $Z_L = j\omega L$, impedansi kapasitif $Z_C = \frac{1}{j\omega C}$

dan disubstitusikan :

$$Z = j\omega L + \frac{1}{j\omega C} \dots\dots\dots(23)$$

Dengan menyamakan penyebutnya dapat diperoleh persamaan :

$$Z = \frac{(\omega^2 LC - 1)j}{\omega C} \dots\dots\dots(24)$$

Jika $\omega^2 LC = 1$ maka total impedansi (Z) sama dengan nol dan sebaliknya. Karena itu dalam rangkaian seri berbeda dengan rangkaian paralel, pada filter band pass mempunyai impedansi nol frekwensi resonansi dari rangkaian LC.

2.3.3.2. Impedansi Rangkaian LC Paralel.

Seperti pada paralel rangkaian LC . Jumlah total impedansi sesuai dengan persamaan dibawah ini :

$$Z = \frac{Z_L Z_C}{Z_L + Z_C} \dots\dots\dots(25)$$

dan setelah disubstitusi dari Z_L dan Z_C diperoleh :

$$Z = \frac{\frac{L}{C}}{\frac{(\omega^2 LC - 1)j}{\omega C}} \dots\dots\dots(26)$$

Persamaan sederhana :

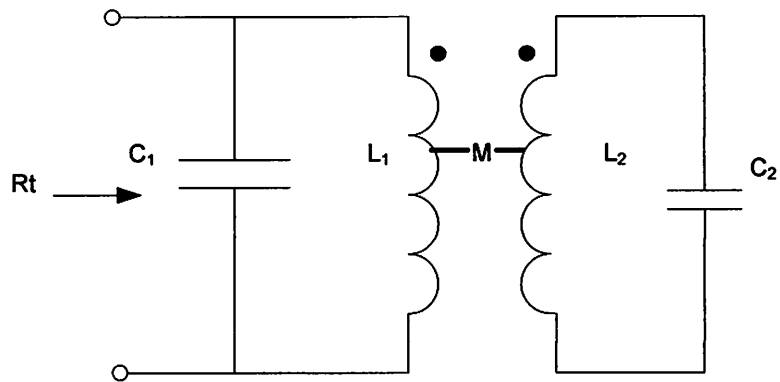
$$Z = \frac{-L\omega j}{\omega^2 LC - 1} \dots\dots\dots(27)$$

$$\lim Z = \infty \dots\dots\dots(28)$$

Jika $\omega^2 LC \rightarrow 1$ tetapi untuk semua nilai dari $\omega^2 LC$ impedansi terhingga. Rangkaian paralel digunakan untuk band stop filter karena impedansinya tak terhingga dari frekwensi resonansi.

2.4 Teori Transformator.

Suatu rangkaian transformator dengan salah satu sisinya di tala seperti ditunjukkan dalam gambar 2-6 adalah untuk memperoleh persesuaian impedansi (matching), dan mengisolasi rangkaian sumber ke rangkaian L dan C.

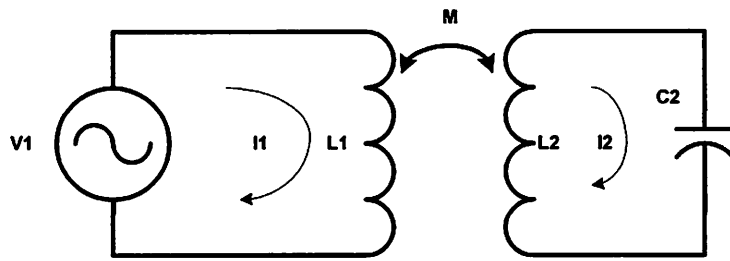


Gambar 2-5 Rangkaian Transformator.

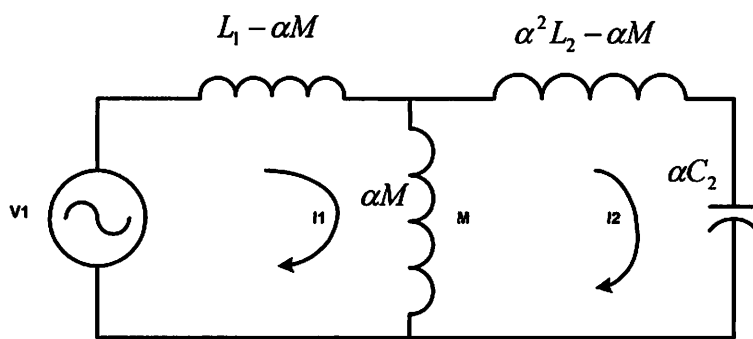
Dari rangkaian Transformator dapat diperoleh persamaan :

$$\frac{V_1}{I_1} = Z(j\omega) = j\omega L_1 + \frac{(\omega M)^2}{1/j\omega C_2 + j\omega L_2} \dots\dots\dots(29)$$

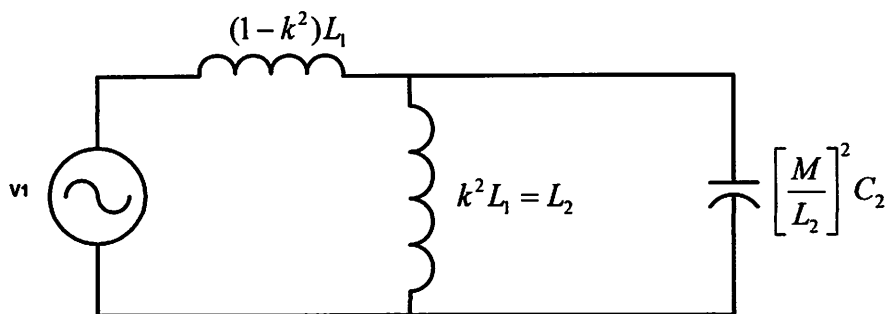
Dapat dijelaskan bahwa tegangan (V_1) dan arus (I_1) akan dipengaruhi oleh impedansi yang terdiri dari rangkaian L_1 dan C_2 , menurunnya tegangan (V_1) digunakan sebagai indikator bahwa rangkaian tersebut beresonansi. Rangkaian ekivalen dari transformator dapat disederhanakan dalam Gambar 2-8 sampai 2-9.



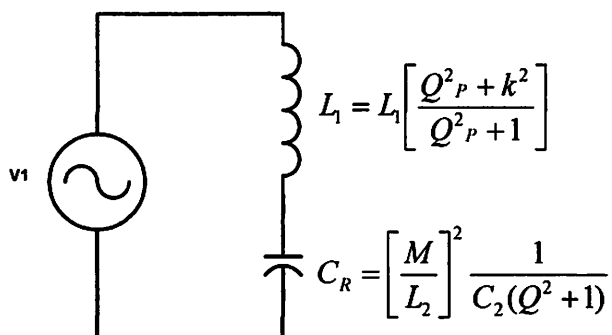
Gambar 2-6 Rangkaian L dan C Terinduksi.



(a)



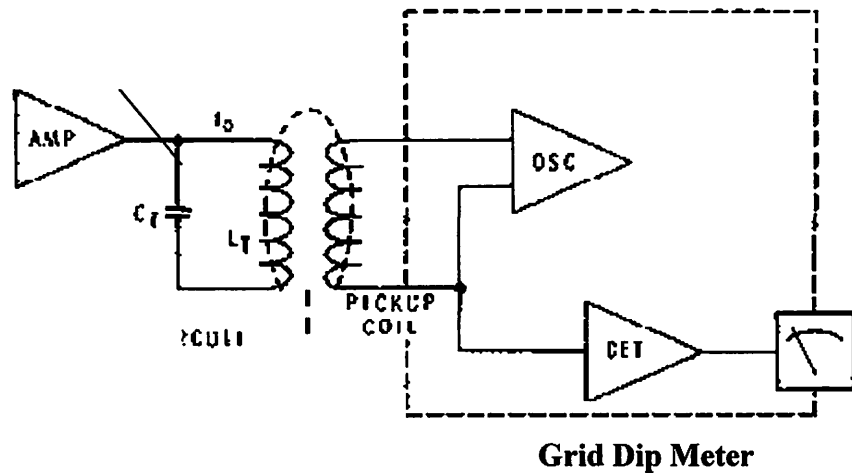
(b)



Gambar 2-7 Rangkaian –rangkain ganti yang digunakan untuk menjabarkan Gambar 2-6.

2.4.1 Teori Absorpsi.

Rangkaian L dan C yang diuji

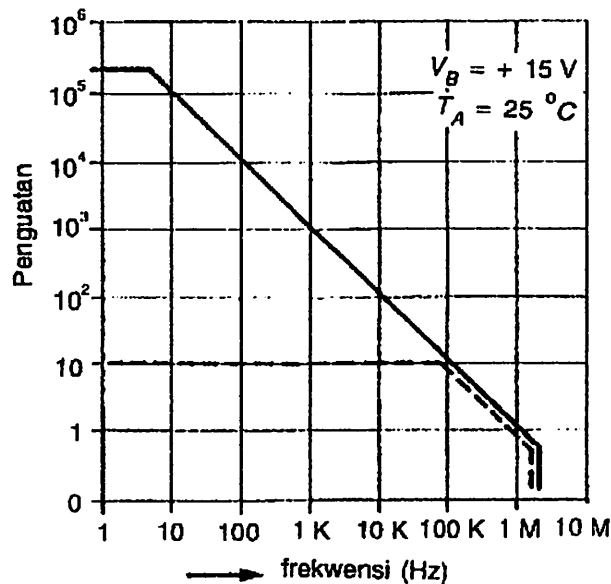


Gambar 2-8 Metode Absorpsi Rangkaian L Dan C Dengan Grid Dip Meter.

Dalam metode absorpsi gelombang, Grid Dip Meter mendeteksi adanya energi RF dari luar rangkaian yang diuji, $L_t - C_t$ pada gambar adalah energi luar dan sepasang induktif energi dari Kumparan yang digunakan sebagai penghasil getaran frekwensi. Tombol dial pencari frekwensi Dip Meter diputar pada skala frekwensi resonansi, sebuah sirkulasi arus bertambah dalam rangkaian Dip Meter. Sehingga akan mengakibatkan menurunnya amplitudo dip meter karena pengaruh dari nilai rangkaian X_L dan X_C yang diuji, itu berarti pada kondisi “ dip “.

2.5 Penguat Operasi.

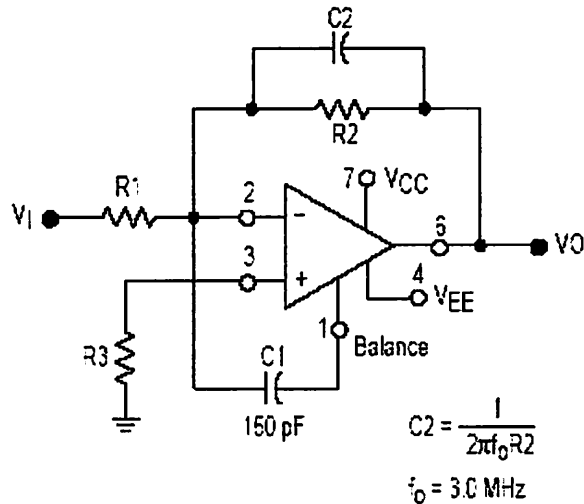
Penguat terbuka (**open loop gain**) dan respon terhadap frekwensi merupakan karakteristik pada tipe IC, tetapi dapat diubah dengan menambahkan jaringan – jaringan kompensasi, di luar IC :



Grafik 2-4 Respon Penguatan Terhadap Frekwensi.

Penguatan op-Amp sangat besar yang bisa melampaui 100.000 kali, tetapi penguatan cepat menurun pada frekwensi tinggi. Dalam penggunaan harus melalui umpan balik eksternal dari output masuk ke input negatif, yang digunakan untuk memperoleh respon frekwensi dan penguatan. Akan selalu ada satu frekwensi yang membuat op-amp berosilasi, yaitu frekwensi yang akan menimbulkan umpan-balik positif (regeneratif) lewat intern IC, sehingga menghilangkan umpan-balik negatif yang ada di luar IC. Kondisi ini akan dikompensasi dengan menambahkan suatu jaringan

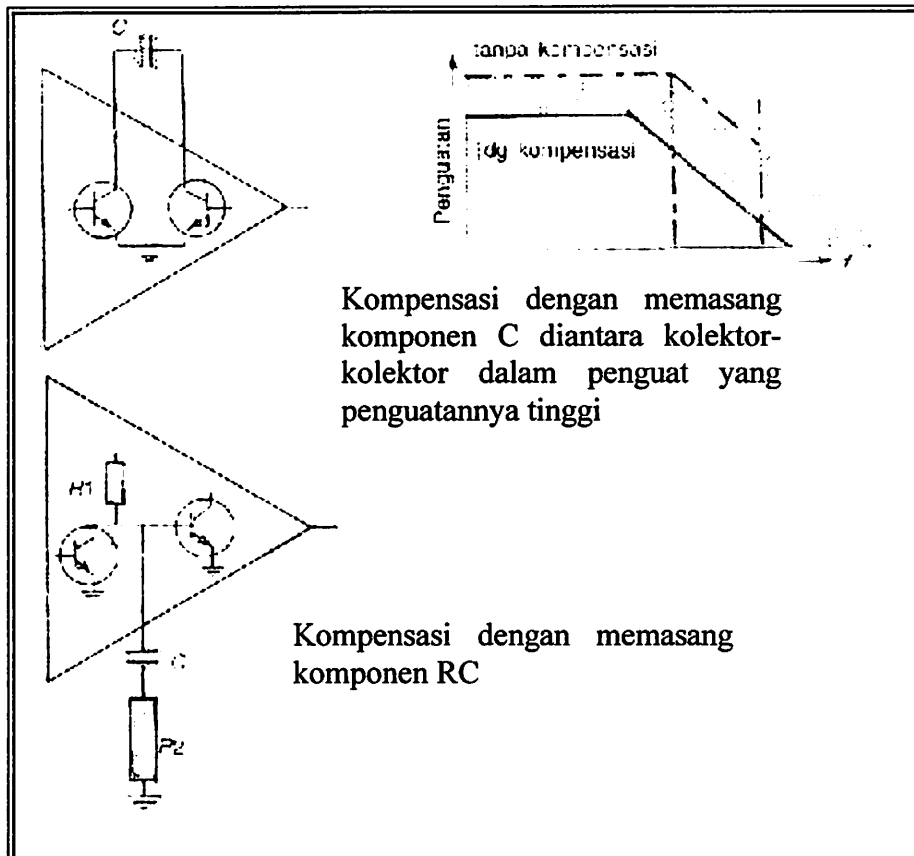
geseran fasa (phase shift network) kepada input IC atau pada penguat intern. Jaringan berupa rangkaian RC atau C.



Gambar 2-9 Rangkaian Op-amp dengan kompensasi RC.

2.5.1 Kompensasi Op –Amp Untuk Frekuensi Tinggi.

Jika Op –Amp diperlukan untuk menghasilkan penguatan tinggi maka respon frekwensinya dapat mencapai 600 Hz, tetapi Op – Amp menjadi tidak stabil pada frekwensi tinggi sehingga diperlukan rangkaian RC atau C sebagai tambahan eksternal



Gambar 2-10 Penambahan Rangkaian kompensasi.

2.5.2 Op- Amp Dalam Rangkaian Linier.

Rangkaian linier adalah yang keluarannya merupakan inputan dari Op-Amp yang sudah dikuatkan. Contoh rangkaian Linier antara lain : penguat, rangkaian penjumlah, integrator, diferensiator, regulator, dan tapis.

2.6 Osilator.

Pada dasarnya, osilator gelombang sinus adalah suatu rangkaian, yang melalui penguat dan umpan balik, membangkitkan keluaran sinusoidal. Biasanya elemen

aktifnya transistor atau FET tunggal dan frekwensi kerjanya ditentukan oleh suatu rangkaian tala (atau kristal piezolistrik) dalam lintasan umpan-balik. Terdapat banyak jenis rangkaian osilator, beberapa faktor harus diperhatikan dalam pemilihan rangkaian untuk penggunaan tertentu antra lain:

1. Frekwensi kerja.
2. Amplitudo keluaran.
3. stabilitas frekwensi.
4. stabilitas Amplitudo.
5. Kemurnian bentuk gelombang keluaran.
6. kemungkinan ikut-sertanya mede-mode osilasi yang diinginkan.

2.6.1 Kriteria Osilator.

Kriteria terjadinya osilasi dapat dinyatakan dalam beberapa cara. Pertama, suatu osilator yang mempunyai alat aktif dua bandar harus memiliki lintasan umpan-balik di mana sebagian dari keluaran diumpankan bali ke masukan. Kalau sinyal umpan-balik lebih besar , dan sefase dengan masukan, osilasi mulai dan amplitudo membesar sampai keadaan jenuh mengurangi perolehan seputar lingkaran umpan-balik sampai satu. Karena itu kriteria pertama adalah bahwa suatu rangkaian akan berosilasi kalau lintasan umpan- balik ada dan memberikan paling tidak perolehan lingkaran (loop gain) sama dengan satu dengan pergeseran fase nol. Secara mudah, rangkaian yang mempunya lintasan umpan-balik adlah suatu penguat yang dapat

membangkitkan masukannya sendiri. Ini merupakan penguat tidak stabil yang berusaha dihindari oleh prosedur perencanaan dari penguat. Sehingga kriteria kedua untuk osilator adalah bahwa faktor $Strn$ dari rangkaian osilator harus kurang dari satu.

Kalau suatu rangkaian memenuhi dua kriteria osilator diatas, determinan dari persamaan tegangan simpul atau arus mata jala harus sama dengan nol. Ini merupakan kriteria osilator ketiga dan kriteria ini memberikan jalan matematis yang mudah untuk frekwensi osilator kalau persamaan aljabar yang diperlukan dapat diselesaikan.

Rangkaian osilator potensial secara buatan dipisah menjadi bagian aktif dan beban, impedansi keluaran dari bagian aktif akan mempunyai bagian nyata negatif kalau kondisi osilasi dipenuhi, kriteria resistansi negatif sangat berguna terutama untuk menerangkan osilator gelombang mikro yang menggunakan dioda resistansi negatif

(tunnel, Gunn, IMPATT dan TRAPPATT), dapat pula digunakan untuk osilator dengan alat aktif dua bandar. Teori satu bandar atau " osilator resistansi negatif".

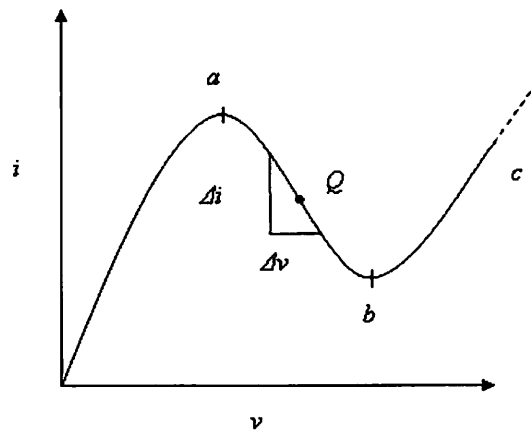
2.6.2 Osilator Resistansi Negatif.

Suatu alat yang mengubah energi listrik menjadi energi panas atau energi mekanis dapat dinyatakan dalam suatu rangkaian dengan suatu resistansi positif pengganti. Di rangkaian lain , Suatu alat yang mengubah bentuk energi lain menjadi

energi listrik dapat dinyatakan sebagai resistansi negatif. Dalam rangkaian dc sederhana yang berisi baterai dan tahanan beban, yang harus dihitung adalah resistansinya jika Hukum Ohm diterapkan ke tegangan dan arus pada terminal baterai (dengan tanda yang tepat) adalah negatif. Ini berarti bahwa baterai merupakan sumber energi listrik dan bukan pembuang listrik.

Dioda tunnel (kanal), dioda GUNN, transistor hubungan tunggal, dan kombinasi tertentu dari dua transistor atau lebih dari satu mampu untuk menyerap daya pada arus searah dan mengubah bagian daya yang diserap tersebut menjadi keluaran sinusoidal pada frekwensi lebih tinggi. Dengan demikian alat ini memperagakan resistansi resistansi negatif pada lebar pita terhingga.

Gambar 2.11 menampilkan suatu karakteristik keluaran resistansi negatif (tegangan stabil) tegangan terkendali dari suatu dioda aktif. Resistansi statis dari alat ini v/i dan harga ini selalu positif: sehingga dioda selalu menyerap daya pada arus searah. Sebaliknya, resistansi inkremental atau sinyal lemah $r_n = dv/di$ selalu positif dalam daerah O-a dan b-c, tetapi negatif dalam daerah a-b. Kalau alat dicatu di titik Q, setiap sinyal tolak balik (ac) yang diberikan ke dioda akan melihat resistansi negatif dan osilasi dapat terjadi.



Gambar 2-11 Karakteristik Resistansi Negatif Tegangan Stabil

Untuk membuat osilator, suatu rangkaian resonansi paralel dengan komponen L , C , dan R_t dihubungkan melewati resistansi negative seperti dalam Gambar 2-2. Derau termal membangkitkan dimulainya osilator. Titik kerjanya akan berayun di kedua sisi dari Q dan resistansi incremental dioda saat menjadi positif pada setiap siklus kalau amplitudo osilasi menjadi cukup besar. Misalkan bahwa resistansi negative dioda dirata-ratakan selama satu siklus dan dinamakan R_n . Kalau tegangan rms lewat dioda sama dengan V , beban menyerap V^2 / R_t dan dioda memberikan daya $V^2 / |R_n|$ watt. Kalau daya yang diberikan lebih besar dari pada daya yang diserap, amplitudo ini akan menggerakkan dioda lebih jauh masuk ke dalam daerah di sekitar titik-titik a dan b , di mana $|r_n|$ menjadi sangat besar. Hal ini akan menaikkan $|R_n|$ dan menurunkan daya yang diberikan sampai terjadi kesetimbangan.

Secara matematika, tegangan sesaat v lewat elemen-elemen paralel dalam Gambar 2-2, diberikan oleh

$$v(t) = e^{-\alpha t} (B_1 \cos \omega_d t + B_2 \sin \omega_d t) \dots \dots \dots (29)$$

dimana B_1 dan B_2 konstat,

$$\alpha = \frac{1}{2RC} \dots \dots \dots (30)$$

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \dots \dots \dots (31)$$

$$\omega_d = \sqrt{\omega_0^2 - \alpha^2} \dots \dots \dots (32)$$

Resistansi efektif R_t dan R_n yang paralel sama dengan R , dimana

$$R = \frac{R_n R_t}{R_n + R_t} = \frac{-|R_n| R_t}{-|R_n| + R_t} \dots \dots \dots (33)$$

Kalau R_t lebih besar dari $|R_n|$, R dan α negatif dan amplitudo $v(t)$ membesar menurut waktu. Untuk R_t yang kurang dari $|R_n|$, R dan α positif dan osilasi menurun.

Kalau R_i sama dengan $|R_n|$, persamaan ini terputus, tetapi rangkaian tetap mempunyai tegangan sinusoidal mantap.

Karena resistansi frekwensi masuk dari rangkaian tangki turun pada kedua sisi frekwensi resonansi, rangkaian Gambar 2-2 mempunyai kemungkinan osilasi terbesar pada frekwensi osilasi dari L dan C . Dalam praktek, osilasi dapat terjadi di mana saja dalam pita frekwensi, yang ditentukan oleh Q dari rangkaian tangki, dan oleh sebab inilah spektrum keluaran osilator dioda resistansi negatif tidak cukup bersih untuk digunakan dalam frekwensi radio. Pada frekwensi gelombang mikro, resonator rongga dapat memberikan harga Q tanpa beban sekitar 10.000 sampai 20.000, dan ini biasanya dipasang dengan dioda resistansi negatif untuk membuat osilator yang baik. Dalam daerah dalam pembahasan ini, osilator umpan-balik paling baik.

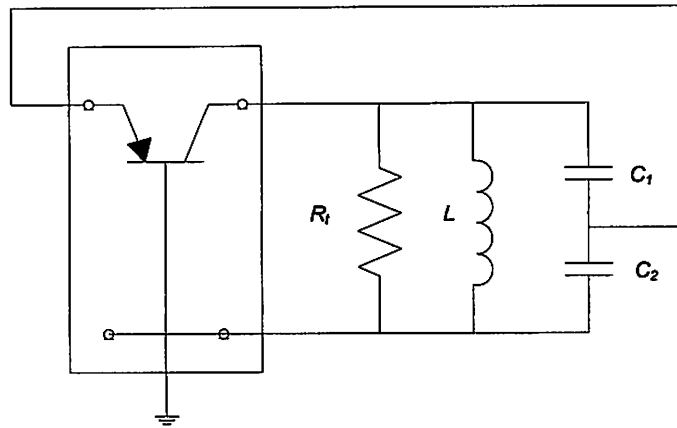
Walaupun analisa yang ditampilkan disini sangat sederhana (yakni pengaruh penyimpanan energi membangkitkan lintasan kerja sesaat dari alat resistansi negatif berlainan dengan karakteristik statisnya),

Dalam osilator umpan-balik, resistansi negatif akan jelas hanya sebagai parameter arus bolak-balik dari rangkaian, tetapi sebelum dimulai osilasi, resistansi beban harus lebih besar daripada harga resistansi negatif. Dalam kondisi mantap (Steady state) kedua harga akan sama : secara ideal, hal ini akan terjadi pada satu frekwensi.

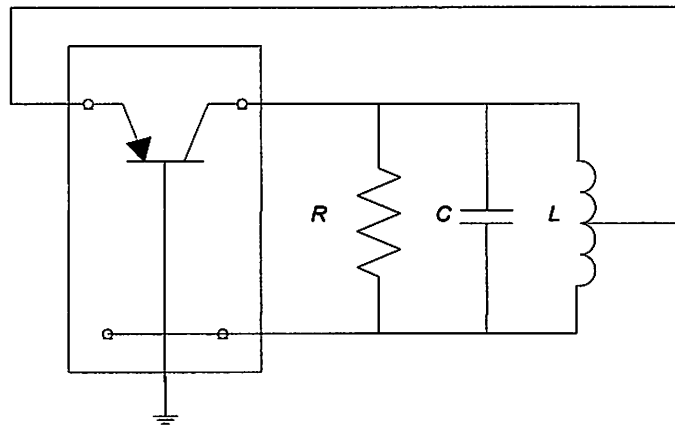
2.6.3 Osilator Umpan Balik.

Rangkaian yang ditunjukkan dalam Gambar 2-13 sampai 2-12 menampilkan osilator-osilator umpan-balik yang paling umum. Rangkaian tersebut umumnya menggunakan transistor hubungan yang bekerja dalam konfigurasi basis umum, tetapi hubungan transistor lain dan alat aktif lain (FET atau penguat operasional) dapat digunakan. Untuk memperbaiki stabilitas frekwensi, kristal kuarsa dapat menggantikan salah satu frekwensi reaktansi rangkaian.

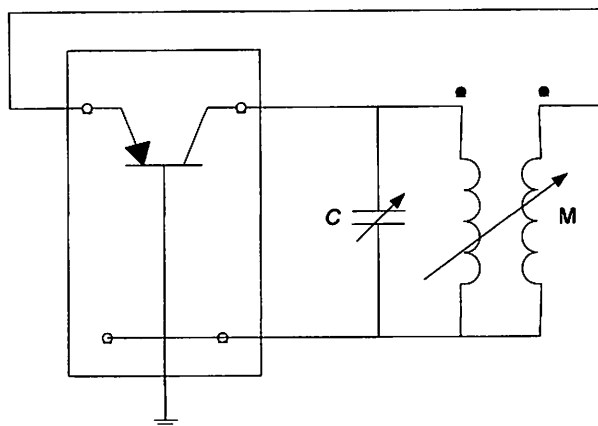
Untuk analisis sebagai rangkaian umpan-balik, Osilator colpitts pada Gambar 2-3 telah digambar kembali dalam gambar 2-7 sebagai elemen perolehan, sebuah beban, dan satu rangkaian umpan-balik. Kapasitor C_f kadang-kadang ditambahkan untuk memudahkan penalaan dan R_e yang memperkecil pengaruh perubahan admitansi masuk transistor. Tegangan V_i pada bandar masuk transistor menghasilkan tegangan keluaran V_0 . Perolehan tegangan kompleks V_0/V_i ditentukan oleh parameter transistor bersama-sama dengan beban total yang diberikan pada bandar keluaran.



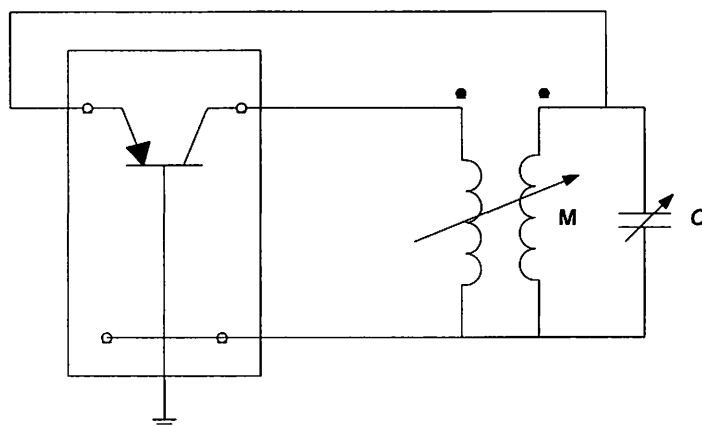
Gambar 2-12 Osilator Colpitts.



Gambar 2-13 Osilator Hartly.

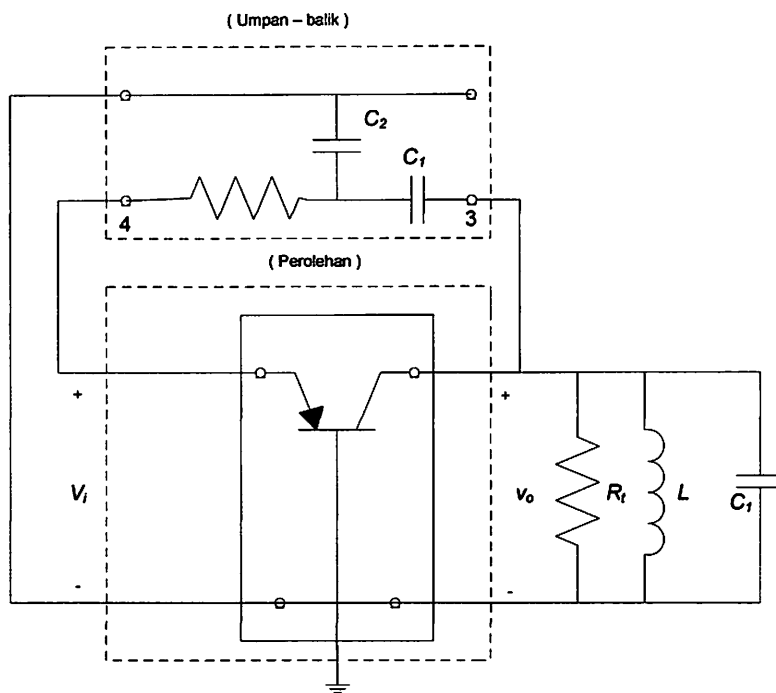


Gambar 2-14 Osilator Keluaran Tertala.



Gambar 2-15 Osilator Masukan Tertala.

Beban total merupakan kombinasi paralel dari admitansi "blok beban" dan admitansi yang terlihat dari terminal 3 dari jaringan umpan-balik.



Gambar 2-16 Osilator Colpitts Dipisah Menurut Blok Fungsional.

Untuk osilasi stabil, rangkaian umpan-balik harus memberikan tegangan V_i kembali ke masukan transistor. Untuk itu diperlukan perolehan satu dan suatu pergeseran fase efektif 0° ($0,360$ dan 720° , dan seterusnya) menurut lingkaran 1-2-3-4-1. Rangkaian akan berosilasi pada suatu frekwensi (atau frekwensi-frekwensi) yang menghasilkan pergeseran fase ini, asalkan perolehan lingkaran sebelum osilasi lebih besar dari satu. Secara ideal, frekwensi osilasi akan ditentukan oleh L , C_f , C_1 , C_2 , tetapi susceptansi masuk akan keluar dari transistor dan sudut fase dari perolehannya akan mempunyai pengaruh besar. Sekali dimulai, osilasi mulai memperbesar

amplitudonya sampai transistor jenuh dan terputus setiap kali siklus dan perolehan lingkaran yang dirata-ratakan tiap siklus sama dengan satu.

Masing-masing dari tiga terminal transistor atau FET dapat "dibumikan", kebanyakan rangkaian osilator menggunakan rangkaian-rangkaian basis umum, emiter umum, gerbang umum, atau drain umum. Untuk transistor hubungan umumnya dipilih konfigurasi basis umum untuk osilator RF karena (1) umpan-balik dalam transistor menjadi minimum, yang memungkinkan kendali yang lebih baik dari umpan-balik keseluruhan oleh elemen rangkaian luar, dan (2) perolehan arus mempunyai pergeseran fase kecil dan amplitudo yang hampir tetap sampai frekuensi sekitar $f_0/2 = f_T/2$. Dalam konfigurasi emiter umum, sebaliknya, perolehan arus (β) turun 20 dB tiap oktaf dalam daerah RF atas dan pergeseran fase mendekati 90° . Ketergantungan perolehan transistor pada frekuensi yang dihasilkan dan pergeseran fase menurut frekuensi merupakan kerugian praktis dalam osilator tertala dan mempersulit analisis rangkaian dengan frekuensi tetap.

BAB III

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Pendahuluan.

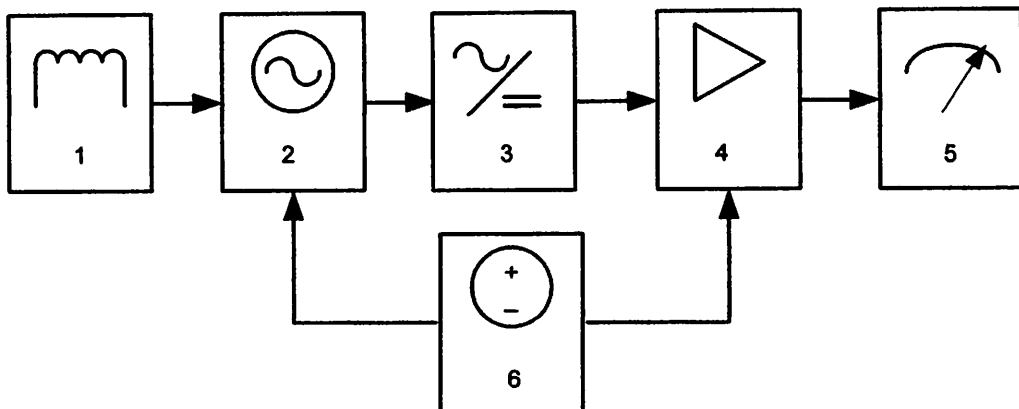
Dalam bab II telah dijelaskan bahwa frekwensi resonansi pada Grid Dip Meter timbul karena adanya komponen L dan C, L digunakan untuk menginduksi rangkaian lain yang berhubungan dengan rangkaian L dan C. Sebenarnya R dan C bisa menimbulkan frekwensi resonansi tetapi frekwensinya kecil.

Spesifikasi rangkaian secara global ditetapkan terlebih dahulu untuk acuan dalam perencanaan selanjutnya. Spesifikasi yang direncanakan adalah sebagai berikut:

- Kumparan digunakan untuk menghasilkan frekuensi resonansi serta induksi ke rangkaian yang berhubungan dengan L dan C.
- Tegangan masuk 9 volt dc.
- Rangkaian Osilator Colpitts
- Op-Amp sebagai buffer.

3.2 Perancangan Perangkat Keras .

Diagram blok rangkaian sistem Grid Dip Meter Gambar 3-1.



Gambar 3-1 Blok sistem Grid Dip Meter.

Sistem piranti yang akan direalisasikan mempunyai blok diagram seperti terlihat pada gambar 3-1 di atas.

Fungsi dari masing-masing rangkaian subsistem dalam gambar di atas adalah sebagai berikut:

Fungsi dari tiap-tiap blok diagram dijelaskan sebagai berikut:

1. Kumputan sebagai salah satu komponen **pembangkit frekwensi resonansi** an menghasilkan interaksi medan magnet bila dialiri arus bolak-balik.

2. Osilator sebagai pengubah arus searah menjadi arus bolak-balik dengan frekwensi tertentu (f_0).
3. Penyearah sinyal untuk display.
4. Penguat linier Tegangan Searah.
5. μ AmperMeter sebagai indikator dalam dip.
6. Catu daya DC.

Prinsip kerja:

Dari rangkaian L dan C yang harus bekerja pada frekwensi tertentu paling tidak memenuhi persyaratan $X_L = X_C$ diturunkan rumusnya akan menjadi

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

ternyata memiliki frekwensi resonansi yang berbeda antara

perhitungan dengan sebenarnya, sebagai contoh ketika membuat lilitan dengan syarat

untuk mencari nilai induktansi $L(\mu H) = \frac{d^2 n^2}{18d + 40l}$ dengan d adalah diameter

kumparan, n adalah jumlah lilitan, l adalah panjang lilitan dan bahan kawat yang digunakan mempengaruhi nilai dari frekwensi resonansi, dengan cara mendekati suatu rangkaian L dan C tersebut dengan Grid Dip Meter yang terdiri dari rangkaian L dan C dalam Osilator kemudian akan dideteksi oleh penguat (detektor) dan display akan menunjukkan nilai minimum maka rangkaian tersebut bekerja pada frekwensi resonansi sebenarnya.

3.3 Perancangan Kumparan inti udara.

Kumparan sangat dipengaruhi oleh besar dari diameter kawat, dalam perancangan Induktor atau Kumparan ini saya gunakan kawat tembaga karena selain mudah ditemukan di pasaran harganya juga murah . Ada banyak kawat tembaga yang bisa digunakan. Untuk pemakaian yang profesional di pasar dapat dijumpai kawat tembaga dengan standar AWG (*American Wire Gauge*). Standar ini tergantung dari diameter kawat, resistansi dan sebagainya. Misalnya kawat tembaga AWG32 berdiameter Kumparan yang dipakai menggunakan kawat tembaga dengan diameter kawat 0,1 mm, 0,3 mm, 0,4 mm, 0,8 mm. Diameter Kumparan 1.5 cm = 0,59 inch. Biasanya yang digunakan adalah kawat tembaga tunggal dan memiliki isolasi. Untuk mendapatkan nilai induktansi yang akurat ada efek kapasitif dan resistif yang harus diperhitungkan. Karena ternyata arus yang melewati kawat tembaga hanya dipermukaan saja. Ini yang dikenal dengan istilah efek kulit (*skin effect*) dan dipengaruhi dari besar hambatan dari kawat yang mana hambatan tersebut tergantung juga dari massa jenis dari kawat luas penampang serta panjang kawat yang dirumuskan sebagai berikut:

$$R = \rho \frac{l}{A} \dots\dots\dots(34)$$

Bab ini akan membahas perancangan Induktor yang berinti udara sesuai

dengan rumus berikut $L(\mu H) = \frac{d^2 n^2}{18d + 40l}$:

Dengan:

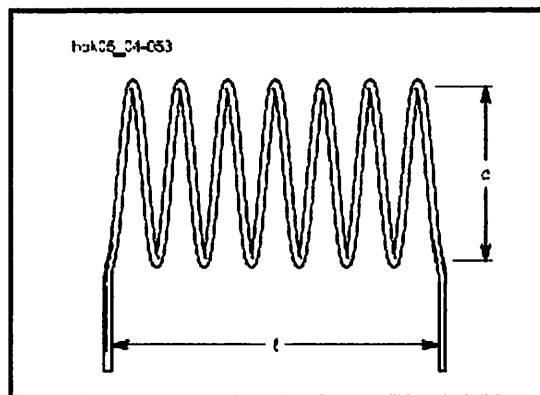
L = Induktor dalam Mikro Henry (μH).

d = Diameter lilitan dalam inchi.

n = jumlah lilitan

l = Panjang lilitan dalam dalam inchi

1 inchi = 25.4 cm



Gambar 3-2 Induktor dengan inti udara.

Jika diketahui nilai Induktornya untuk mencari jumlah lilitan maka rumus menjadi:

$$n = \sqrt{\frac{18d + 40l}{d}} \dots\dots\dots(35)$$

Kumparan 1 dengan :

1. Diameter Kumparan 1,5 cm = 0,59 inch
2. Nilai induktansi yang diinginkan 272 μH
3. Panjang Lilitan 2,1 inchi

$$n = \sqrt{\frac{18d + 40l}{d}}$$

$$n = \sqrt{\frac{18 \cdot 0,59 + 40 \cdot 2,1}{0,59}}$$

$$n = 271 \text{ turns}$$

Jadi Kumparan harus digulung sejumlah 271 dengan diameter kawat tembaga 0.1 mm. Kemudian dikalibrasi dengan LCR Meter.



Gambar 3-3 Kalibrasi Kumparan Dengan LCR Meter.

Tabel 3-1 Kumparan Grid Dip Meter

L (μH)	Turns	Diameter kawat (mm)	Warna Kumparan
272	271	0.1	Kuning
85	200	0.3	Merah
45,4	150	0.4	Putih
18,8	65	0.8	Hijau

3.4 Perancangan Osilator Colpitts.

Pada rangkaian Osilator Colpitts komponen utama sebagai pembangkit gelombang sinus adalah Induktor (L) dan dua Kapasitor (C). Sehingga osilator dapat bekerja pada frekwensi sesuai dengan nilai komponen L dan C yang dirumuskan :

$$X_L = X_C \dots\dots\dots(36)$$

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \dots\dots\dots(37)$$

$$2\pi f_L = \frac{1}{2\pi f_C} \dots\dots\dots(38)$$

$$f_r^2 = \frac{1}{4\pi^2 LC} \dots\dots\dots(39)$$

Tabel 3-1 Karakteristik Kabel DTP Meter

Lebar Kumparan	Diameter kawat (mm)	Turns	L (mH)
Kuning	0.1	271	272
Merah	0.2	200	82
Biru	0.1	150	42.4
Hijau	0.2	62	18.8

3.4 Perancangan Osilator Colpitts

Pada rangkaian Osilator Colpitts komponen utama sebagai pembangkit gelombang sinus adalah induktor (L) dan dua kapasitor (C). Sehingga osilator dapat bekerja pada frekuensi sesuai dengan nilai komponen L dan C yang dirumuskan :

(36) $f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

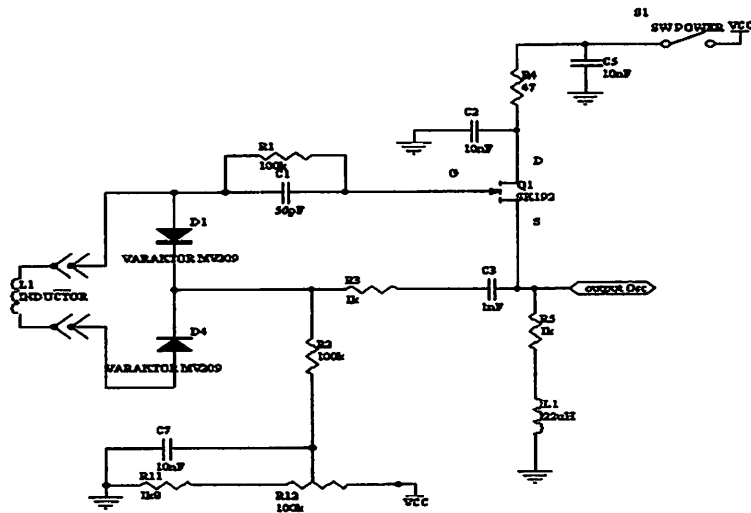
(37) $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

(38) $\omega^2 = \frac{1}{LC}$

(39) $\omega^2 = \frac{1}{LC}$

Sehingga persamaan frekwensi resonansi diperoleh :

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \dots\dots\dots(40)$$



Gambar 3-4 Rangkaian Osilator Colpitts.

Pada L1 merupakan inductor atau Kumparan yang bisa diganti sesuai dengan frekwensi yang digunakan untuk mengetahui titik kerja frekwensi resonansi dari rangkaian yang berhubungan dengan L dan C.

Ada satu tip untuk membuat induktor yang baik, terutama induktor berbentuk silinder. Untuk memperoleh nilai “Q” yang optimal panjang induktor sebaiknya tidak lebih dari 2x diameter penampangannya.

3.4.1 Analisa Rangkaian Osilator Colpitts.

Dalam rangkaian Osilator Colpitts kapasitor pada LC tank menggunakan varaktor MV 209 dengan nilai induktansi 26 pF – 32 pF. Sehingga nilai induktansinya. Varaktor yang diubah-ubah tegangan sehingga nilai kapasitansinya berubah, perubahan kapasitansi mengubah frekwensi Osilator. Dalam rangkaian Osilator Colpitts ini dua varaktor disusun seri bertolak- belakang bertujuan supaya tegangan frekwensi – tinggi di tala VCO tidak disearahkan dalam dioda varaktor .

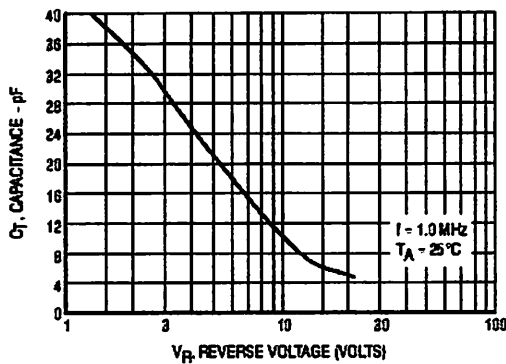


Figure 1. DIODE CAPACITANCE

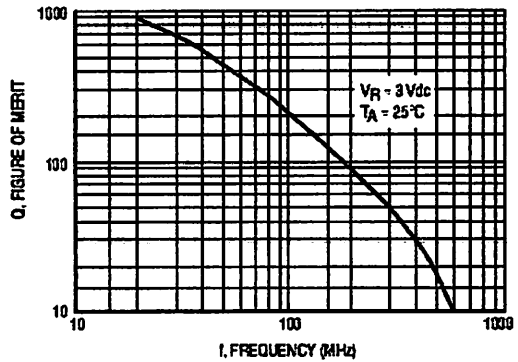
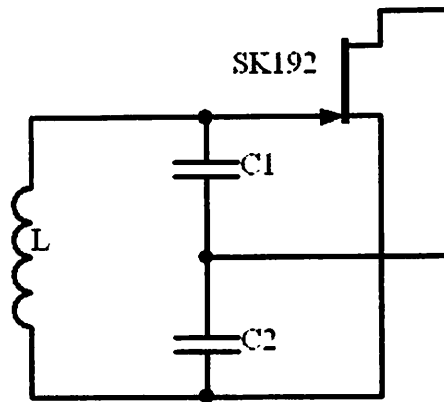


Figure 2. FIGURE OF MERIT

Grafik 3-1 Respon kapasitansi Dengan Frekwensi Varaktor MV 209.



Gambar 3-5 Rangkaian Ekvivalen Osilator Colpitts.

- Untuk memperoleh frekwensi resonansi dari Osilator Colpitts direcanakan dari L C tank dengan rumus :

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_s}}$$

$$C_s = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

- Untuk C batas atas frekwensi :

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_s}}$$

$$C_s = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

$$C_s = \frac{32 \cdot 10^{-12} \times 32 \cdot 10^{-12}}{32 \cdot 10^{-12} + 32 \cdot 10^{-12}}$$

$$C_{s1} = 16 \text{ pF}$$

- Untuk C batas bawah frekwensi:

$$f_r = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC_s}}$$

$$C_s = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

$$C_s = \frac{26 \cdot 10^{-12} \cdot 26 \cdot 10^{-12}}{26 \cdot 10^{-12} + 26 \cdot 10^{-12}}$$

$$C_{s2} = 13 \text{ pF}$$

- Perencanaan L dalam range frekuensi resonansi :

$$C_{\text{tengah}} = \frac{C_{s1} + C_{s2}}{2} = 14,5 \text{ pF}$$

Frekwensi yang direncanakan = 8,33 MHz

$$f_r = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC_s}}$$

$$L = \frac{25330}{(8,33 \times 10^6)^2 \cdot 14,5 \times 10^{-12}} = 25,18 \times 10^{-6} = 25,18 \mu\text{H}$$

$$= 25,18 \mu\text{H}$$

- Perencanaan batas atas frekwensi resonansi diketahui :

$$L = 25,18 \mu\text{H}$$

$$C = 16 \text{ pF}$$

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_s}}$$

$$f_r = \frac{1}{2.3,14\sqrt{25,18 \times 10^{-6} \cdot 16 \times 10^{-12}}}$$

$$= \mathbf{7,929 \text{ MHz}}$$

- Perencanaan batas bawah frekwensi resonansi dengan diketahui nilai :

$$L = 25,18 \mu\text{H}$$

$$C = 13 \text{ pF}$$

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_s}}$$

$$f_r = \frac{1}{2.3,14\sqrt{25,18 \times 10^{-6} \cdot 13 \times 10^{-12}}}$$

$$= \mathbf{8,79 \text{ MHz}}$$

Tabel 3-2 Range frekwensi berdasarkan perhitungan.

Koil	Warna	L (μH)	Batas Frekwensi resonansi (MHz)		Range frekwensi (MHz)
			Bawah	Atas	
1	Kuning	272	2,4	2,67	0,3
2	Putih	85	4,3	4,79	0,5
3	Merah	45,4	5,9	6,5	0,6
4	Hijau	18,8	7,929	8,79	0,86

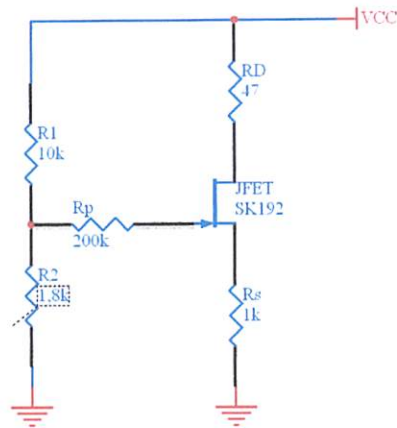
• Perbandingan Umpan Balik :

$$B = \frac{C_1}{C_2}$$

$$B = \frac{26}{26}$$

$$B = 1$$

3.4.2. Analisa DC Rangkaian Osilator Colpitts



Gambar 3-6 Rangkaian eqivalen Osilator Colpitts Analisa DC.

- Diketahui : $I_{DSS} = 3 \text{ mA}$ (dari data sheet)

$$V_p = 3 \text{ Volt}$$

$$V_{DD} = 9 \text{ Volt}$$

- Analisa Rangkaian :

$$\begin{aligned}
 gm &= \frac{-2I_{DSS}}{V_{GS-off}} \\
 &= \frac{-2.0,003}{-1,2} = 0,006s
 \end{aligned}$$

- V_{GS} yang senter adalah : $V_{GS} = \frac{V_{GS-off}}{4} = \frac{-1,2}{4} = -0,3Volt$

- gm pada titik kerja yang senter adalah :

$$gm = gm_0 \left[1 - \frac{V_{GS}}{V_{GS-off}} \right]$$

$$gm = 0,006 \left[1 - \frac{0,3}{1,2} \right]$$

$$gm = 0,0045s$$

- Titik kerja Transistor JFET :

$$R_s = 100k\Omega + 100k\Omega$$

$$R_s = 200k\Omega$$

$$R_{th} = R_G = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

$$R_{th} = R_G = \frac{10 \cdot 10^3 \times 1,8 \cdot 10^3}{10 \cdot 10^3 + 1,8^3} = 1,5k\Omega$$

$$V_{TH} = V_{Gs} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times V_{DD}$$

$$V_{TH} = V_{GS} = \frac{1,8 \cdot 10^3}{10 \cdot 10^3 + 1,8 \cdot 10^3} \times 9$$

$$V_{TH} = V_{GS} = 1,4 \text{ Volt}$$

$$V_{GS} = V_G - I_D \cdot R_S$$

$$I_D = \frac{-V_{GS} + V_G}{R_S} \dots\dots\dots (1.1)$$

$$I_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_P} \right)^2 \dots\dots\dots (1.2)$$

Pers 1.1 dan 1.2 :

$$\frac{V_G - V_{GS}}{R_S} = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_P} \right)^2$$

$$\frac{1,4 - V_{GS}}{1000} = 3 \cdot 10^{-3} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_P} \right)^2$$

$$1,4 - V_{GS} = 3 \left(1 + \frac{2V_{GS}}{3} + \frac{V_{GS}^2}{9} \right)$$

$$1,4 - V_{GS} = 3 + 2V_{GS} + \frac{V_{GS}^2}{3}$$

X 3

$$4,2 - 3V_{GS} = 9 + 6V_{GS} + V_{GS}^2$$

$$V_{GS}^2 + 6V_{GS} + 4,8$$

$$V_{GS} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4.a.c}}{2.a}$$

$$V_{GS} = \frac{-6 \pm \sqrt{6^2 - 4.1.4,8}}{2.1}$$

$$V_{GS} = \frac{-6 \pm 4}{2}$$

$$V_{GS1} = -1 \text{ Volt}$$

$$V_{GS2} = -5 \text{ Volt}$$

$$I_d = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_P} \right)^2$$

$$= 3 \left(1 - \left(\frac{-1}{3} \right) \right)^2$$

$$= 3,6 \text{ mA}$$

$$V_{DS} = V_{DD} - I_D.R_S$$

$$= 9 - 3,6 \cdot 10^{-3} \times 1000$$

$$= 5,4 \text{ Volt}$$

$$V_{DS} > V_{DD} - V_P$$

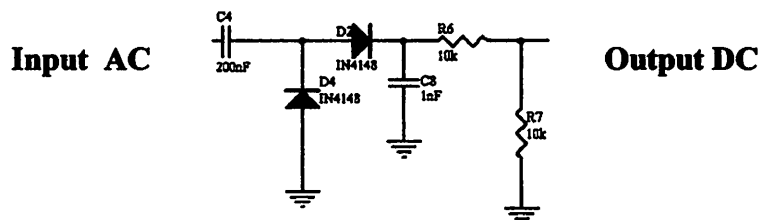
$$5,4 > -1-3$$

$$5,4 > -4$$

Jadi FET aktif (Beyond Pinc Off) sehingga FET dapat digunakan sebagai Osilator.

3.5 Penyearah AC.

Ouput dari Osilator colpitts masih berupa tegangan AC sehingga diperlukan penyearah supaya menjadi tegangan DC, dioda yang digunakan germanium IN4148 dengan rangkaian sebagai berikut :



Gambar 3-7 Penyerah AC menjadi DC.

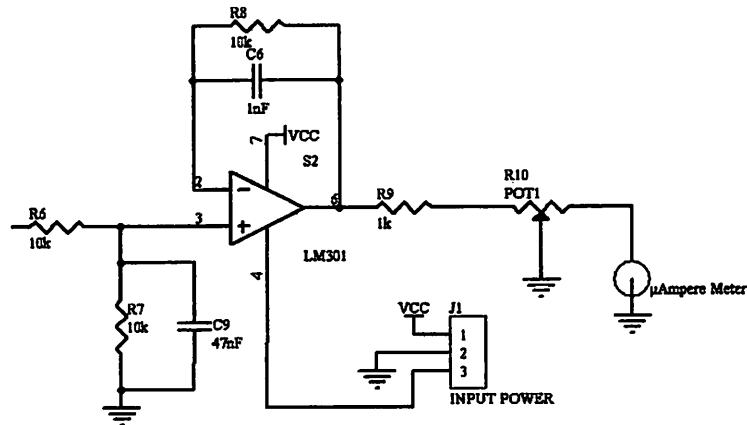
R6 = dan R7 sebagai pembagi tegangan dari output penyearah AC :

$$V_0 = \frac{R_7}{R_6 + R_7} \times V_{in}$$

$$= \frac{10 \cdot 10^3}{10 \cdot 10^3 + 10 \cdot 10^3} \times 5$$

$$= 2,5 \text{ Volt}$$

3.6 Rangkaian Op-Amp dan Disply Analog.



Gambar 3-8 Rangkaian Op-Amp Dan Indikator Analog.

Figure 8. Open Loop Frequency Response

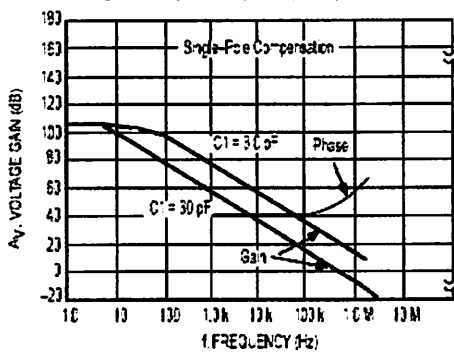
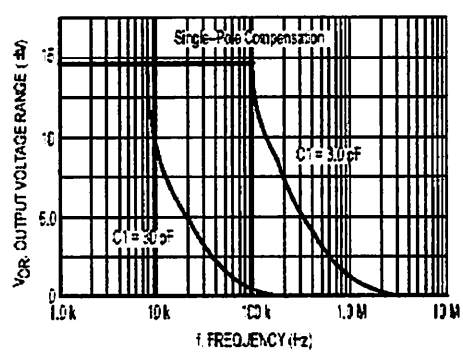


Figure 9. Large Signal Frequency Response



Grafik 3-2. Respon IC LM301 Terhadap Frekwensi.

Operasional Amplifier diperlukan umpan-balik dengan dua komponen-komponen tambahan untuk membuat Op-Amp beroperasi normal, Pada rangkaian Grid Dip Meter digunakan sebagai buffer supaya Osilator tidak terbebani oleh mikroampere meter sebagai indikator "dip". R6 dan R7 sebagai pembagi tegangan keluaran dari penyearah :

$$C_6 = \frac{1}{2\pi f \cdot R_F}$$

$$f = 3\text{MHz}$$

$$C_6 = \frac{1}{2.314.3 \times 10^6 \cdot 100 \times 10^3}$$

$$C_6 = 0,5 \times 10^{-12} \text{ F}$$

$$C_6 = 0,5 \text{ pF}$$

- Sebagai penguat amplitudo dari output Osilator Colpitts adalah :

$$Z = R$$

$$Z_C = X_C = \frac{1}{\omega_c C} = \frac{1}{2\pi f C}$$

$$\bullet \quad R_f = Z_f = \frac{Z \cdot Z_c}{Z + Z_c} = \frac{\frac{R}{\omega C}}{R - \frac{1}{\omega C}} = \frac{R}{\omega C R - 1}$$

$$= \frac{10 \times 10^3}{2\pi \cdot 3 \times 10^6 \cdot 1 \times 10^{-9} \cdot 10 \times 10^3 - 1} = \frac{10000}{187,4} = 53,36 \Omega$$

$$\bullet \quad Z_p = \frac{Z \cdot Z_c}{Z + Z_c} = \frac{\frac{R}{\omega C}}{R - \frac{1}{\omega C}} = \frac{R}{\omega C R - 1}$$

$$= \frac{10 \times 10^3}{2,3,14 \cdot 3 \times 10^6 \cdot 47 \times 10^{-9} \cdot 10 \times 10^3 - 1} = \frac{10000}{8853,5} = 1 \Omega$$

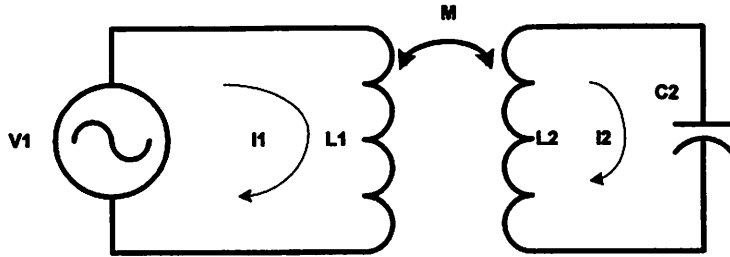
$$\bullet \quad R_m = Z_{TH} = \frac{Z_p \cdot R_6}{Z_p + R_6} = \frac{1 \cdot 10 \times 10^3}{1 + 10 \times 10^3} = 1 \Omega$$

$$A = \frac{R_f}{R_{in}} = \frac{53,36}{1} = 53,36 \text{ Kali}$$

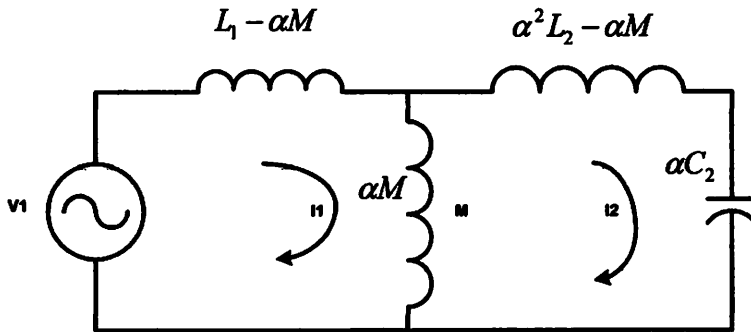
3.7 Analisa ketika Rangkaian L dan C beresonan dengan Grid Dip Meter.

Ketika suatu rangkaian $C_2 = 22,2 \text{ pF}$ dan $L_2 = 19 \text{ } \mu\text{H}$ didekatkan dengan Kumputan Grid Dip Meter dan memiliki frekwensi resonansi yang sama maka nilai impedansinya sama dan terjadi mutual induktansi, serta mengisolasi rangkaian L dan C. Sehingga didapatkan persamaan impedansi :

$$\frac{V_1}{I_1} = Z(j\omega) = j\omega L_1 + \frac{(\omega M)^2}{1/j\omega C_2 + j\omega L_2}$$

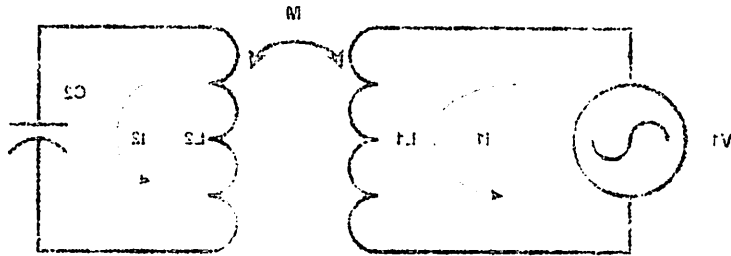


Gambar 3-9 Rangkaian L dan C Terisolasi.

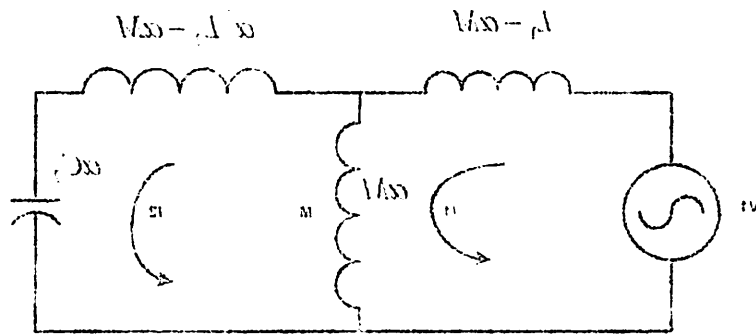


(a)

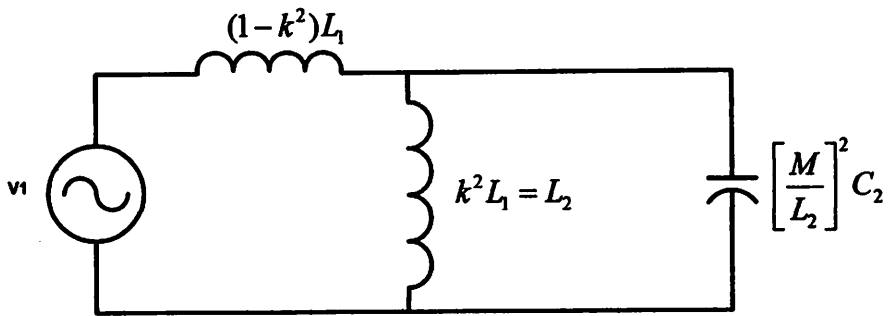
$$\frac{I_1^2 (N_1)^2}{j\omega L_1 + j\omega M} + j\omega L_2 = (N_2)^2 X = \frac{V_2}{I_2}$$



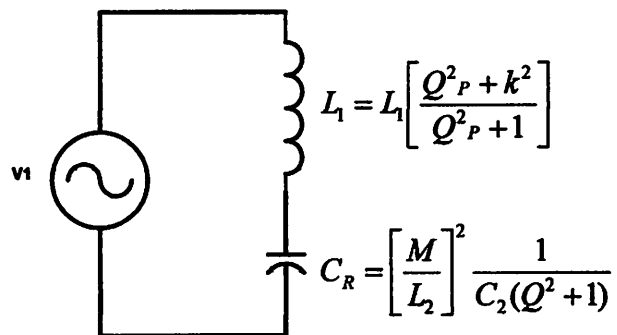
Gambar 3-9 Rangkaian L dan C Terisolasi.



(B)

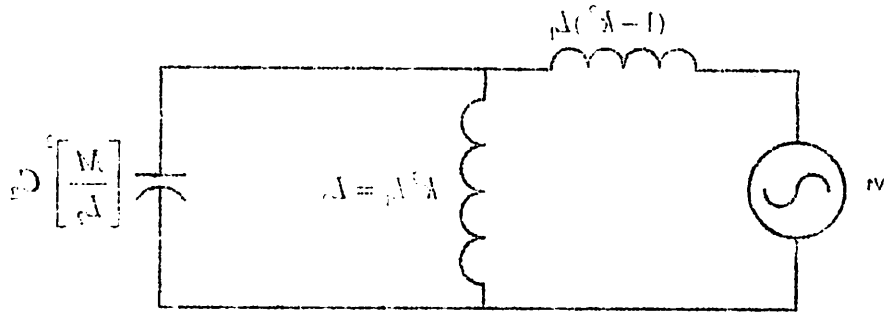


(b)

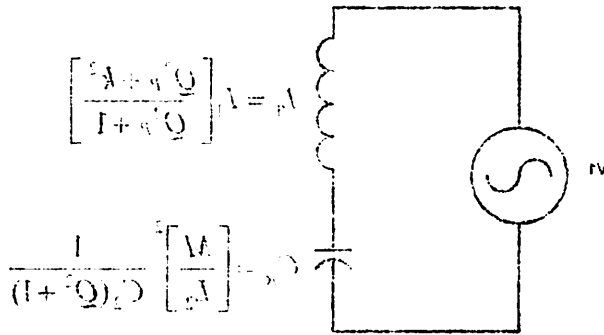


(d)

Gambar 3-10 Rangkaian –rangkain Equivalen yang digunakan untuk menjabarkan Gambar 3-9.



(d)



(b)

Gambar 3-10 Rangkaian-rangkaian rangkai in Edivison yang digunakan untuk

menjabarkan Gambar 3-9.

Dari percobaan diatas bahwa rangkaian L dan C jika frekwensinya sama atau beresonan dengan Dip Meter maka, Grid Dip Meter terbebani sehingga akan menurunkan tegangan keluaran osilator yang ke Indikator yang mengakibatkan indikator menunjukkan nilai minimum berarati dalam kondisi “dip”.

Kombinasi pararel C_p Dan L_p dapat diubah ke harga pengganti seri. Diketahui nilai $C_2 = 22,2$ pF dan $L_2 = 19$ μ H, Dengan Q_p yang didefinisikan pada frekwensi resonansi sistem sebagai berikut:

$$Q_p = \frac{1}{\omega_0 C_p \cdot \omega_0 L_p} = \frac{(M / L_2)^2}{\omega_0 C_p \cdot \omega_0 k^2 L_p} = \frac{1}{\omega_0 C_2 \cdot \omega_0 L_2}$$

$$Q_p = \frac{1}{(2.3,14.7,8 \times 10^6 \cdot 22,2 \times 10^{-12}) \cdot (2.3,14.7,8 \times 10^6 \cdot 19 \times 10^{-6})}$$

$$Q_p = 10$$

$$k = \frac{1}{10} = 0,1$$

$$M = k(L_1 L_2)^{1/2}$$

$$M = 0,1(18,8 \times 10^{-6} \cdot 19 \times 10^{-6})^{1/2}$$

$$M = 1,9 \cdot 10^{-6}$$

$$L_t = L_1 \left[\frac{Q_p^2 + 1 - k^2}{Q_p^2 + 1} \right]$$

$$L_t = 18,8 \times 10^{-6} \left[\frac{10^2 + 1 - 0.1^2}{10^2 + 1} \right]$$

$$L_t = 18,6 \mu\text{H}$$

$$C_s = \left[\frac{M}{L_2} \right] \frac{1}{C_2 (Q^2 + 1)}$$

$$C_s = \left[\frac{1,9 \times 10^{-6}}{19 \times 10^{-6}} \right]^2 \frac{1}{22,2 \times 10^{-12} (10^2 + 1)}$$

$$C_s = 40 \text{ nF}$$

Jadi Osilator terbebani $C_s = 40 \text{ nF}$ dan $L_t = 18,6 \mu\text{H}$, sehingga menyebabkan penurunan amplitudo pada output Osilator dan penurunan tersebut mengindikasikan bahwa Grid Dip Meter dalam kondisi “dip “ yaitu pada indikator analog menunjukkan nilai tegangan minimum.

BAB IV

PENGUKURAN DAN PENGUJIAN

4.1 Umum.

Untuk memastikan alat ukur Grid Dip Meter dapat bekerja sesuai dengan spesifikasi perencanaan, diperlukan serangkaian pengujian dan pengukuran.

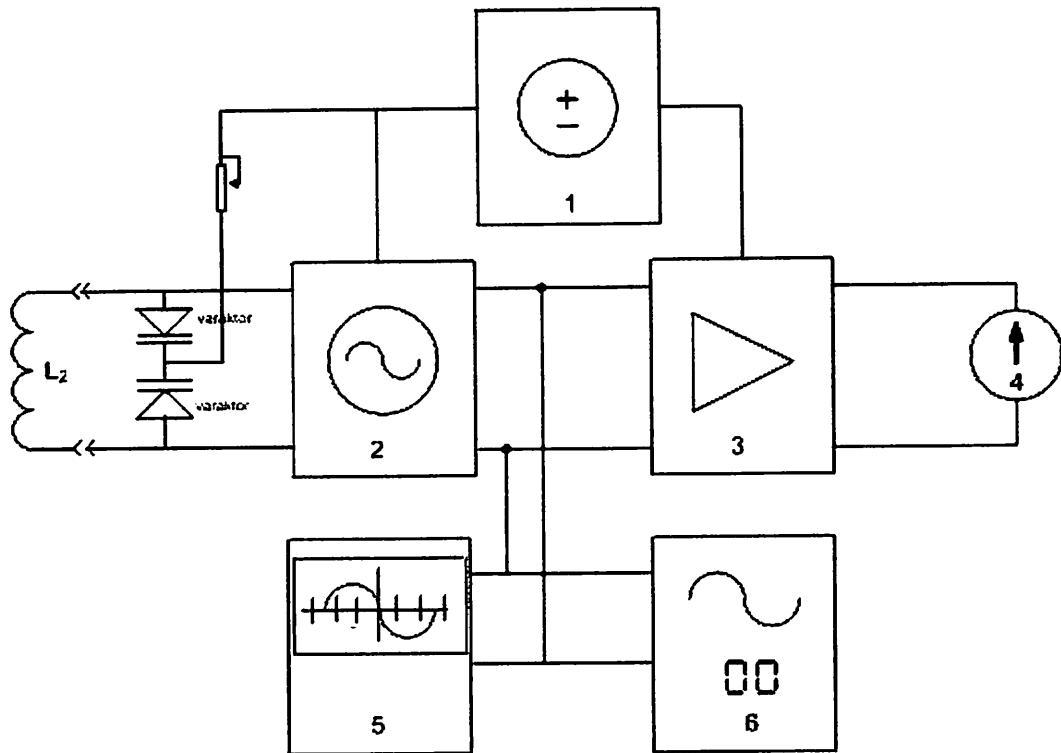
Bab pengujian dan pengukuran ini menguraikan tentang bagian alat yang diuji, tujuan pengujian, langkah-langkah pengujian dan hasil pengujian yang menunjukkan untuk kerja dari tiap-tiap sistem. Pembahasan dalam bab ini dibagi menurut pembagian alat yang diuji untuk mengetahui kerja sistem secara keseluruhan.

4.2 Kalibrasi Grid Dip Meter.

Tujuan pengujian dan kalibrasi Grid Dip Meter adalah untuk mengetahui frekwensi kerja dari rangkaian osilator colpitts, seta perubahan frekwensi jika Kumparan diganti.

Peralatan yang digunakan :

- Rangkaian Grid Dip Meter.
- Frekwensi Counter.
- Osiloskop.
- LCR Meter.
- catu daya 9 volt.



Gambar 4-1 Diagram Blok Kalibrasi Grid dip Meter.

Keterangan:

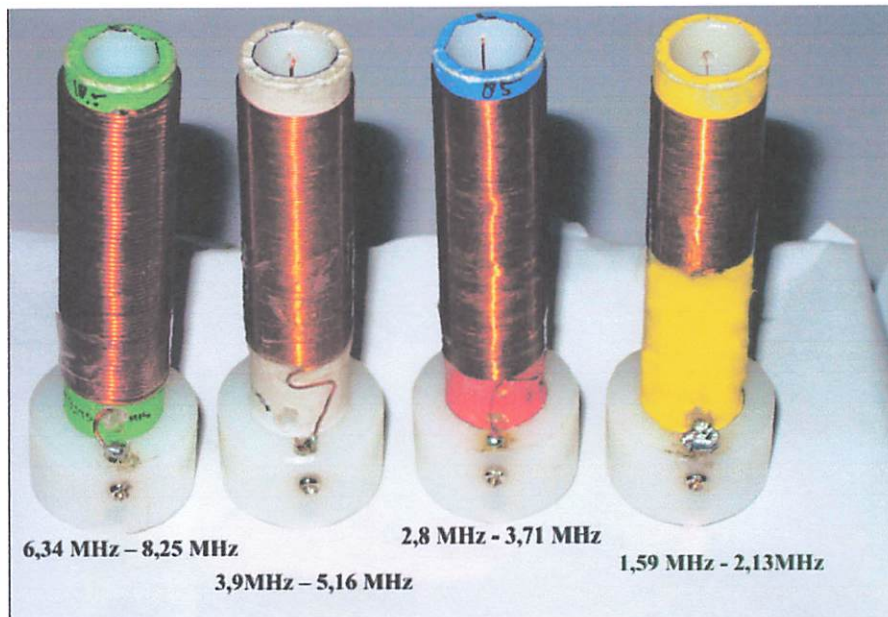
1. Catu daya 9 volt.
2. Osilator.
3. Penguat (op-amp).
4. Mikro Amper Meter.
5. Osiloscop.
6. Frekwensi Counter.

Langkah-langkah Pengujian Grid Dip Meter :

1. Memasang Kumbaran 1 yang nilai induktansinya sudah dikalibrasi dengan LCR Meter.
2. Menghubungkan keluaran rangkaian Osilator colpitts ke Osiloskop yang dipararel dengan Frekwensi Counter, memutus rangkaian ke mikro ampere meter. Karena bisa menyebabkan indikator membaca terbalik.
3. Mengaktifkan Grid dip Meter, Osiloscop, Frekwensi counter.
4. Memutar tombol dial pencari frekwensi Grid Dip Meter kemudian mencatat skala frekwensinya. Pada Osiloskop mengamati dan mencatat output tegangan serta bentuk gelombang sinus yang dihasilkan Osilator.
5. Pada Frekwensi Counter membaca Frekwensi yang dihasilkan Osilator, walaupun pada Osiloskop sudah diketahui frekwensinya tetapi terkadang dalam pembacaan kurang teliti.
6. Setelah selesai diganti dengan Kumbaran 2 sampai 4 dengan langkah pengujian sama dari nomer 2 sampai nomer 5 lain, sebanyak 4 Kumbaran dengan nilai Henry berbeda.
7. Sehingga diperoleh table sebagai berikut:

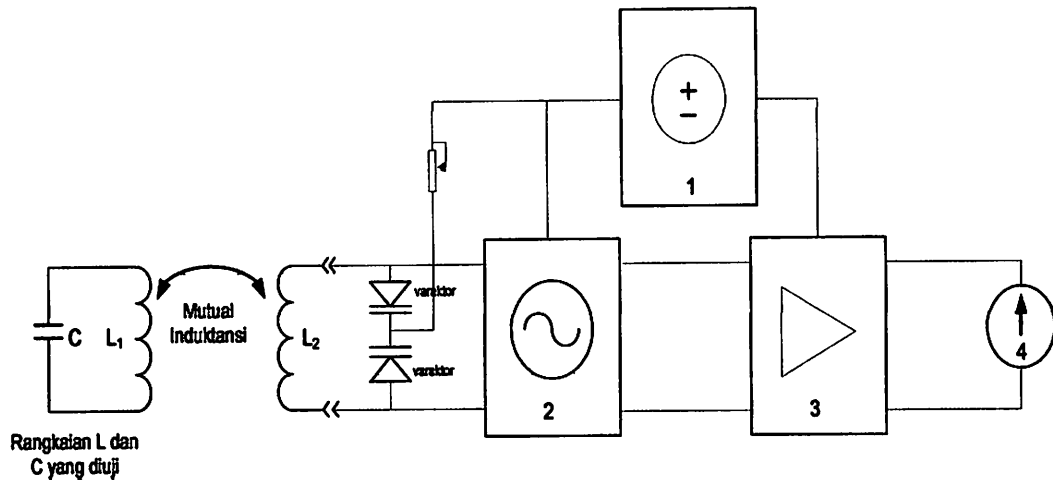
Tabel 4-1 Kalibrasi Grid dip Meter.

Frekuensi (MHz)	L (μH)	Turns	Diameter kawat (mm)	Warna Kumbaran
1,59 – 2,13	272	271	0.1	Kuning
2,8 – 3,71	85	200	0.3	Merah
3,9 – 5,16	45,4	150	0.4	Putih
6,34 – 8,25	18,8	65	0.8	Hijau



Gambar 4-2 Kumbaran Grid Dip Meter.

4.3 Pengujian Dengan Rangkaian L dan C.



Gambar 4-3 Pengujian Grid Dip Meter Dengan Rangkaian L dan C.

Keterangan :

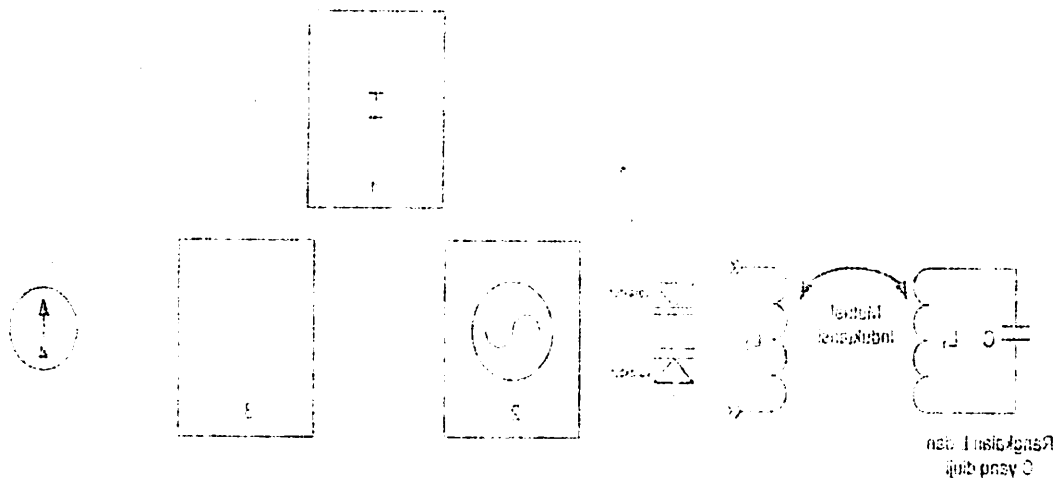
1. Catu daya
2. Osilator Colpitts
3. Op-amp
4. Mikro Ampere Meter

Pada pengujian kali ini ingin mengetahui nilai Induktansi dengan nilai kapasitansi yang sudah diketahui dari suatu rangkaian L dan C :

Diketahui :

$$C = 22,2 \text{ pF}$$

4.3 Pengujian Dengan Rangkaian E dan C



Gambar 4.3 Pengujian Grid Dip Meter Dengan Rangkaian E dan C

Keterangan :

1. Catu daya
2. Osilator Colpitts
3. Op-amp
4. Mikro Amper Meter

Pada pengujian kali ini ingin mengetahui nilai induktansi dengan nilai

kapasitansi yang sudah diketahui dari suatu rangkaian E dan C :

Diketahui :

$$C = 22.2 \text{ pF}$$

Menghitung perkiraan nilai Induktansi yang beresonansi pada frekwensi yang diinginkan, pada pengujian ini bekerja pada frekwensi 7,7 MHz :

$$L = \frac{25330}{f^2 C}$$

$$L = \frac{25330}{7,7 \times 10^6 \cdot 22,2 \times 10^{-12}}$$

$$L = 19 \mu\text{H}.$$

Jadi Kumbaran Grid Dip Meter yang digunakan warna hijau dengan range frekwensi **6,34MHz - 8,25 MHz**.

Langkah-langkah Pengujian dengan rangkaian L dan C.

1. Rangkaian L dan C yang sudah diperkirakan frekwensi resonansinya yang diinginkan serta nilai kapasitansinya dalam pico Farad (pF).
2. Memasang Kumbaran yang memiliki Skala frekwensi yaitu Kumbaran hijau dengan skala frekwensi resonansi **6,34 MHz – 8,25 MHz**.
3. Mengaktifkan Grid Dip Meter.
4. Memutar tombol dial pencari frekwensi Grid Dip Meter sampai memperoleh skala frekwensi yang beresonansi, sampai jarum indikator menunjukkan simpangan yang terkecil, itu berarti dalam kondisi “ **dip** “ yang menyatakan bahwa rangkaian L dan C yang diukur beresonansi pada frekwensi yang ditunjukkan pada panel dip meter .

5. Setelah frekwensi diketahui dengan cara pengukuran sesuai gambar:



Gambar 4-4 Mengoreksi Frekwensi resonansi dari Rangkaian L dan C.

6. Dip menunjukkan nilai 7,69 MHz.
7. Sehingga diperoleh sesuai Tabel.

Tabel 4-3 hasil Pengujian Grid Dip Meter.

Frekwensi rangkaian L dan C (MHz)	C yang diuji (pF)	L hasil pengujian (μ H)	Warna Kumparan Dip Meter	Frekwensi Kumparan dip Meter (MHz)
7,69	22,2	19	hijau	6,34 – 8,25

ՄԵԹ	ՅՏՅ	ԽԹ	ԲԻՆԱ	ՊՆԴ-ՔՅԶ
Շ. (ՄԻՆ)	(ԼՔ)	(ՄԻՆ)	ՈՒՅ ՄԵՐԵՆ	(ՄԻՆ) ՄԵՐԵՆ
ԽՈՐՀԻՐԱՆ Դ ՊԻՆ	ԿՈՐԻՑ ՊԻՆ	ԿՈՐԻՑ ԲԵՆԿՈՒՄ	ԿՈՐԻՑԱՆ	ԿՈՐԻՑԱՆ ՈՒՅ
ԲՆՈՒՄՆԵՐ	Շ.	Դ.	ՄՈՒՄ	ԲՆՈՒՄՆԵՐ

ԱՆՔԻ 4-2 ԲԱՆԻ ԲԵՆԿՈՒՄ ՇՈՒՑ ՈՒՅ ՄԵՐԵՆ

Ն՝ ԶԵՆՈՒՄՆԵՐ ՈՒՅԵՐԻՆ ԶԵՆԱԻ ԱՆՔԻ

Օ՝ ՈՒՅ ԽՈՐՀԻՐԱՆ ԵՎ ՄԵԹ ՄԻՆ՝

ՇՈՒՄՆԵՐ 4-4 ԿՈՐԻՑՈՒՄ ԲՆՈՒՄՆԵՐ ԿՈՐԻՑԱՆ ԵՎ ԽՈՐՀԻՐԱՆ Դ ՊԻՆ Շ.



Զ՝ ԶԵՆՈՒՄՆԵՐ ԲԵՆԿՈՒՄՆԵՐ ՈՒՅԵՐԻՆ ԵՎ ԽՈՐՀԻՐԱՆ ԶԵՆԱԻ ՇՈՒՄՆԵՐ

Setelah L dikalibrasi dengan LCR meter ada perbedaan nilai Induktansi yang merupakan nilai error.

Tabel 4-4. Hasil perbandingan Nilai Induktansi.

No	L dari diperoleh dari Dip Meter (μH)	L hasil Kalibrasi dengan LCR meter (μH)
1	19	12,2

Selisih nilai induktansi perhitungan dengan nilai induktansi kalibrasi dengan LCR Meter $19 \mu\text{H} - 12,2 \mu\text{H} = 6,8 \mu\text{H}$.

$$\begin{aligned} \text{Jadi error} &= \frac{L_1 - L_2}{L_1} \times 100\% \\ &= \frac{19 \times 10^{-12} - 12,2 \times 10^{-12}}{19 \times 10^{-12}} \times 100\% \\ &= 35,8\% \end{aligned}$$

Keterangan :

L_1 = Nilai Induktansi dari perhitungan melalui pengujian Grid Dip Meter.

L_2 = Nilai Induktansi yang ditunjukkan LCR Meter.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan.

Dari pembuatan Grid dip meter yang digunakan untuk mengetahui titik kerja frekwensi resonansi dari rangkaian L dan C dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Frekwensi resonansi dari rangkaian yang dapat dikoreksi oleh Grid dip meter **Kumparan 1 Warna Kuning (1,59 MHz - 2,13 MHz), Kumparan 2 warna Merah (2,8 MHz - 3,71 MHz), Kumparan 3 Warna Putih (3,9 MHz – 5,16 MHz), Kumparan 4 Hijau (6,34 MHz – 8,25 MHz).**
2. Untuk menggunakan Grid Dip Meter harus mengetahui dulu perkiraan frekwensi resonansi dari rangkaian yang akan dikoreksi sebab menentukan penggunaan Kumparan.
3. Semakin besar diameter kawat tembaga Kumparan, range frekwensi resonansi semakin lebar tetapi lilitan semakin panjang merupakan pengaruh dari Q faktor.
4. kestabilan frekuensi Grid Dip Meter dalam 1 - 30 menit dari frekwensi yang dihasilkan 50 %

5.2 Saran.

Untuk memperbaiki sistem yang telah dibuat, maka penulis memberikan beberapa saran antara lain:

1. Dalam mengaktifkan Grid dip Meter sebaiknya Kumparan dipasang terlebih dahulu supaya indikator tidak terbebani karena akan menunjukkan nilai minimum.
2. Peletakan komponen dalam rangkaian Grid dip meter sangat menentukan dari kerja rangkaian.
3. Dalam pembuatan rangkaian osilator harus banyak ground.
4. Untuk rangkaian osilator lebih baik menggunakan Osilator colpitts karena yang diatur adalah nilai kapasitansi dari LC tank.
5. Untuk pengembangan pada display dapat menggunakan digital sehingga mempermudah dalam pembacaan untuk mengetahui titik kerja frekwensi resisonansi dari rangkaian L dan C.
6. Agar tidak terjadi range frekwensi yang hilang dalam perencanaan Grid Dip Meter dimulai dari perencanaan skala range frekwensi tidak dari nilai L dan C dari LC tank Osilator Colpitts.

2.2. Saran.

Untuk memperbaiki sistem yang telah dibuat maka penulis memberikan

beberapa saran antara lain:

1. Dalam mengaktifkan Grid dip Meter sebaiknya ikutan dipasang terdapat dahulu supaya indikator tidak terdapat karena akan menunjukkan nilai minimum.
2. Pelatkan komponen dalam rangkaian Grid dip meter sangat monoton dan kerja rangkaian.
3. Dalam pembuatan rangkaian osilator harus banyak ground.
4. Untuk rangkaian osilator lebih baik menggunakan Osilator colpits karena yang diantar adalah nilai kapasitasi dari LC tank.
5. Untuk pengembangan bisa dipelajari dapat menggunakan digital sehingga mempermudah dalam pemecahan untuk mengetahui titik kerja frekuensi resonansi dari rangkaian L dan C.
6. Agar tidak terjadi range frekuensi yang hilang dalam perencanaan Grid Dip Meter dimulai dari perencanaan skala range frekuensi tidak dari nilai L dan C dari LC tank Osilator Colpits.

DAFTAR PUSTAKA

Rhodes J.E, 1999, Antenna Handbook, Direction Of The Commandant Of The Marine Corps, United State, 1999.

A.Balanis, Constantatine, Antenna Theory Analysis And Design, Arizona State University, United State of America,1997.

Sumner, David, The Radio Amateur's Handbook, Newington, United State of America, 1982.

Wasito S, Vademekum Elektronika Edisi kedua, Jakarta, Indonesia, 1984.



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Nur Cahyo
 Nim : 03.17.086
 Masa Bimbingan : 19-Juni-2007 s/d 19-Desember-2007
 Judul Skripsi : Perancangan dan Pembuatan Grid Dip Meter

No	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1	15/6/07	Konsultasi judul, core data tabel tipe dip meter?	
2	27/6/07	Lakibisa presbuan pd. oscilator output dgn FET	
3	13/7/07	Dari hasil pengujian & pengujian alat tulis di Bab IV	
4	24/7/07	Pada Freq. HT yg sudah ada, lakibisa uth freq 2 yg lain	
5	29/7/07	Lakibisa uth kumpulan 2 dgn Q filter yg berbeda	
6	5/8/07	Amil kinyulan (Bab V) pd. hasil perhit L & C yg di penuhi, buat lakibisa	
7	16/8/07	Pada lakibisa kinyulan, tinggikan ulang kinyulan & Batasan mulde	
8	22/8/07	Bab VI & Bab VII sinkronkan dgn judul & hasil uji coba.	
9	29/8/07	Bab I, Revisi pada batasan mulde & tinggikan serta lantar Blakung	
10	31/8/07	Laporan skripsi. Simp, tnyan judul dgn konyrehasine	

Malang,

Dosen pembimbing I

Ir. Sidik Noertjahjono, MT

NIP.Y. 1028700167



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Nur Cahyo
NIM : 03.17.086
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika
Judul Skripsi : Perancangan Dan Pembuatan Grid Dip Meter.
Tanggal Pengajuan Skripsi : 19 Juni 2007
Selesai Penulisan Skripsi : 1 September 2007
Dosen Pembimbing I : Ir. H. Sidik Noertjahjono, MT

Telah Dievaluasi Dengan Nilai : 95 (A)

Diperiksa dan Disetujui,

Dosen Pembimbing I

(Ir. H. Sidik Noertjahjono, MT)
NIP.Y.1028700167

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1

(Ir.F.Yudi Limpraptono, MT)
NIP.Y.1039500274



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Nur Cahyo
NIM : 03.17.086
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika
Judul Skripsi : Perancangan Dan Pembuatan Grid Dip Meter.
Tanggal Pengajuan Skripsi : 19 Juni 2007
Selesai Penulisan Skripsi : 1 September 2007
Dosen Pembimbing I : Ir. Kartiko Ardi Widodo, MT

Telah Dievaluasi Dengan Nilai : 92 (A)

Diperiksa dan Disetujui,

Dosen Pembimbing II

(Ir. Kartiko Ardi Widodo, MT)
NIP.Y.1039700310

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1


(Ir. F. Yudi Limpraptono, MT)
NIP.Y.1039500274



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA

FORMULIR PERBAIKAN SKRIPSI

Nama : Nur Cahyo
NIM : 03.17.086
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika
Judul : Perancangan Dan Pembuatan Grid Dip Meter
Hari / Tanggal Ujian Skripsi : Senin / 3 September 2007

No.	Tanggal	Uraian	Paraf
1.	3/09/2007	Analisa Pemilihan Nilai L	

Disetujui,

Penguji I


(Joseph Dedy Irawan, ST, MT)

NIP.P.1039800324

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I


(Ir. H. Sidik Noertjahjono, MT)

NIP.Y. 1028700167

Dosen Pembimbing II


(Ir. Karjoko Ardi Widodo, MT)

NIP.Y. 1037900310



FORMULIR PERBAIKAN SKRIPSI

Nama : Nur Cahyo
NIM : 03.17.086
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika
Judul : Perancangan Dan Pembuatan Grid Dip Meter
Hari / Tanggal Ujian Skripsi : Senin / 3 September 2007

No.	Tanggal	Uraian	Paraf
1	3/09/2007	Ditambah Rangkaian Lengkap	
2	3/09/2007	Rumus Penguatan	
3	3/09/2007	Saran	

Disetujui,

Penguji II

(I Komang Somawirata, ST, MT)

NIP.P. 1030100361

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

(Ir. H. Sidik Noertjahjono, MT)

NIP.Y. 1028700167

Dosen Pembimbing II

(Ir. Karjiko Ardi Widodo, MT)

NIP.Y. 1039700310



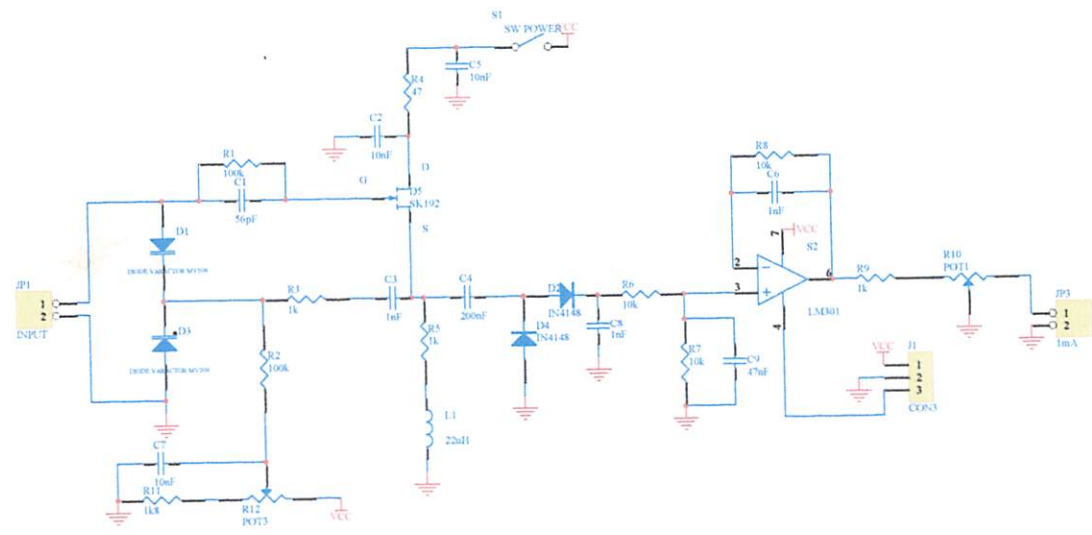
FORMULIR PERBAIKAN SKRIPSI

Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi, perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

Nama	:	NURCAHYO
NIM	:	03.17.086.
Fakultas	:	Teknologi Industri
Jurusan	:	Teknik Elektro S-1
Konsentrasi	:	1. Teknik Energi Listrik *)
		2. Teknik Elektronika *)
		3. Teknik Komputer dan Informatika *)

Perbaikan meliputi :

1. Ditambah kagih. lengkap!
2. Rumus penguatan!
3. Saran!



Título		
GRID DIMP METER		
Size	Number	Revision
B1		
Date:	5-Sep-2007	Sheet of
File:	G:\CAHYO.Dip Meter\DIPMETER.ddb	Drawn By:

TOSHIBA Field Effect Transistor Silicon N Channel Junction Type

2SK192A

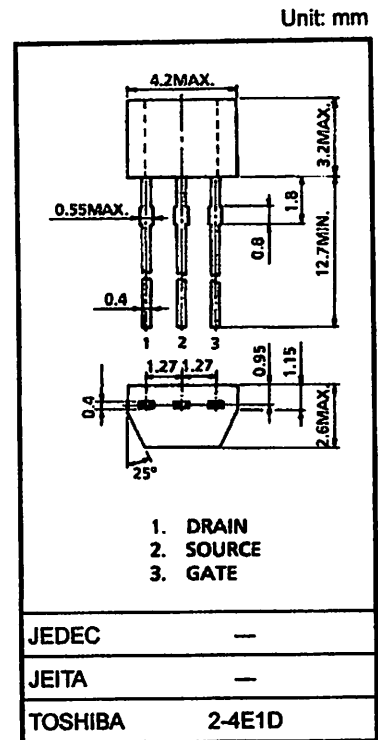
FM Tuner Applications

VHF Band Amplifier Applications

- High power gain: $G_{PS} = 24\text{dB}$ (typ.) ($f = 100\text{ MHz}$)
- Low noise figure: $NF = 1.8\text{dB}$ (typ.) ($f = 100\text{ MHz}$)
- High forward transfer admittance: $|Y_{fs}| = 7\text{ mS}$ (typ.) ($f = 1\text{ kHz}$)

Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

Characteristics	Symbol	Rating	Unit
Gate-drain voltage	V_{GDO}	-18	V
Gate current	I_G	10	mA
Drain power dissipation	P_D	200	mW
Junction temperature	T_j	125	$^\circ\text{C}$
Storage temperature range	T_{stg}	-55~125	$^\circ\text{C}$

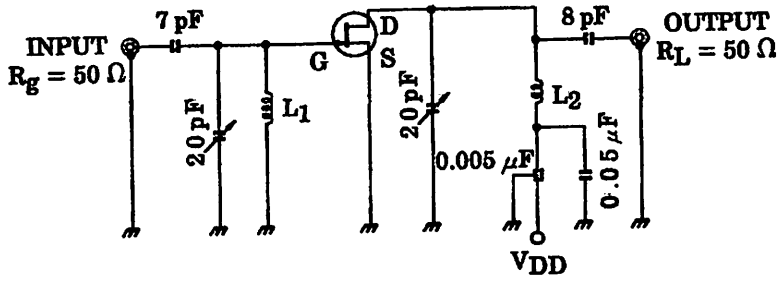


Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

Weight: 0.13 g (typ.)

Characteristics	Symbol	Test Condition	Min	Typ.	Max	Unit
Gate leakage current	I_{GSS}	$V_{GS} = -1.0\text{ V}, V_{DS} = 0$	—	—	-10	nA
Gate-drain breakdown voltage	$V_{(BR) GDO}$	$I_G = -100\ \mu\text{A}$	-18	—	—	V
Drain current	I_{DSS} (Note)	$V_{GS} = 0, V_{DS} = 10\text{ V}$	3	—	24	mA
Gate-source cut-off voltage	$V_{GS(OFF)}$	$V_{DS} = 10\text{ V}, I_D = 1\ \mu\text{A}$	-1.2	-3	—	V
Forward transfer admittance	$ Y_{fs} $	$V_{GS} = 0, V_{DS} = 10\text{ V}, f = 1\text{ kHz}$	—	7	—	mS
Input capacitance	C_{iss}	$V_{DS} = 10\text{ V}, V_{GS} = 0, f = 1\text{ MHz}$	—	3.5	—	pF
Reverse transfer capacitance	C_{rss}	$V_{GD} = -10\text{ V}, f = 1\text{ MHz}$	—	—	0.65	pF
Power gain	G_{PS}	$V_{DD} = 10\text{ V}, f = 100\text{ MHz}$ (Figure 1)	—	24	—	dB
Noise figure	NF	$V_{DD} = 10\text{ V}, f = 100\text{ MHz}$ (Figure 1)	—	1.8	3.5	dB

Note: I_{DSS} classification Y: 3.0~7.0, GR: 6.0~14.0, BL: 12.0~24.0

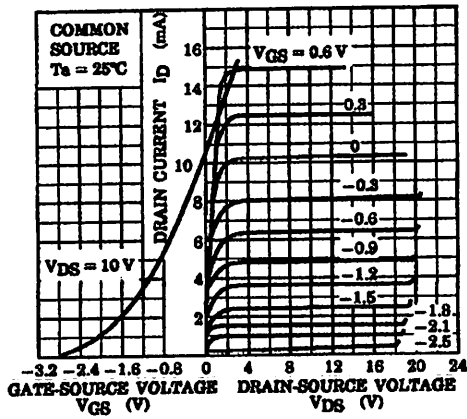


L₁: 0.8 mmφ A_g plated Cu wire 3 turns, 10 mm ID, 10 mm length

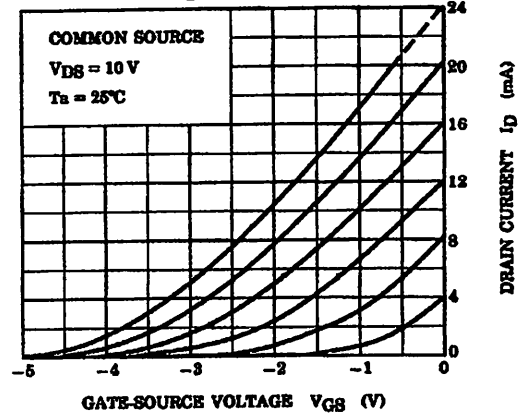
L₂: 0.8 mmφ A_g plated Cu wire 3.5 turns, 10 mm ID, 10 mm length

Figure 1 100 MHz G_{ps}, NF Test Circuit

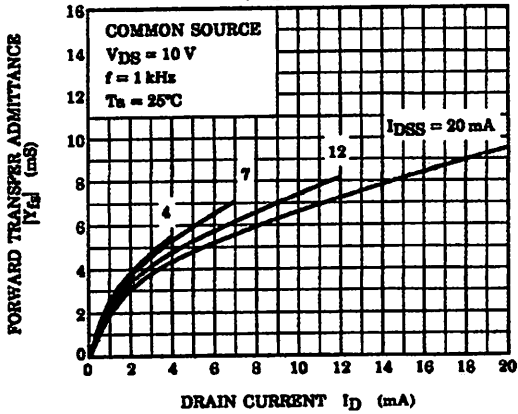
STATIC CHARACTERISTICS



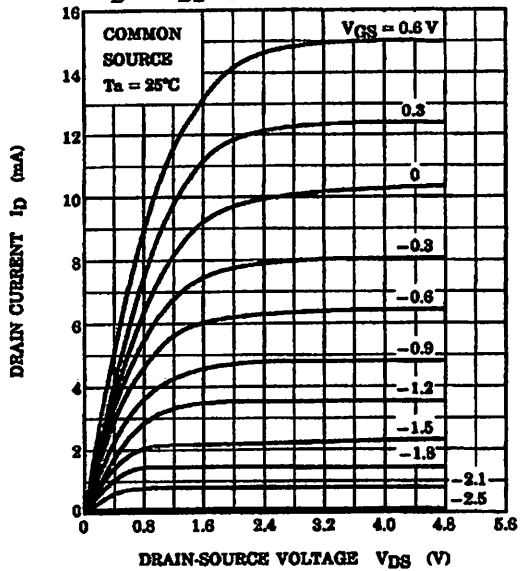
$I_D - V_{GS}$



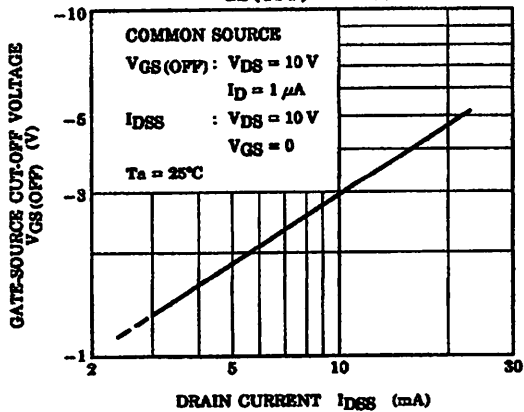
$|Y_{fs}| - I_D$



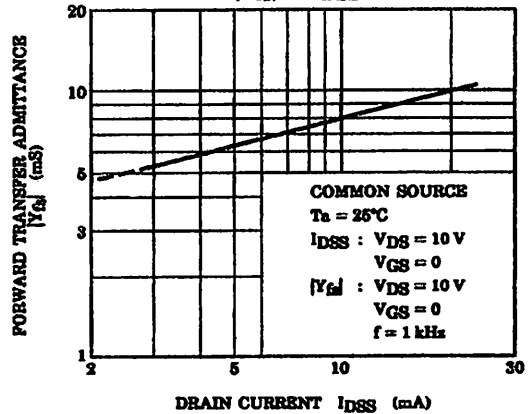
$I_D - V_{DS}$ (LOW VOLTAGE REGION)

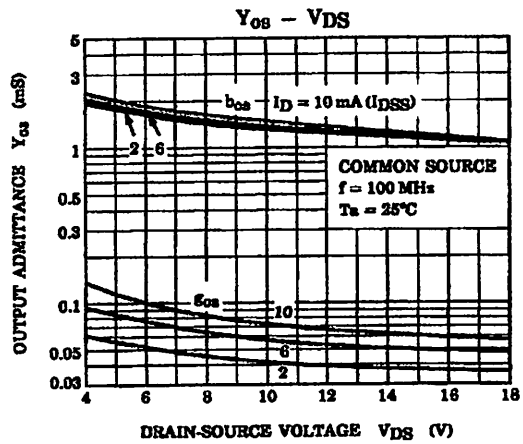
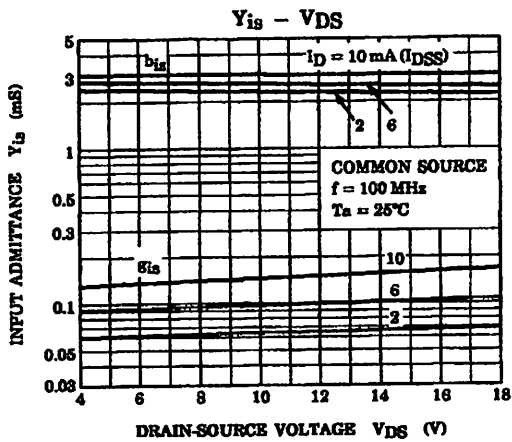
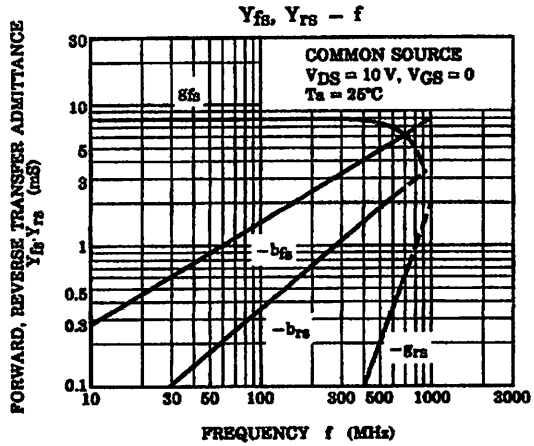
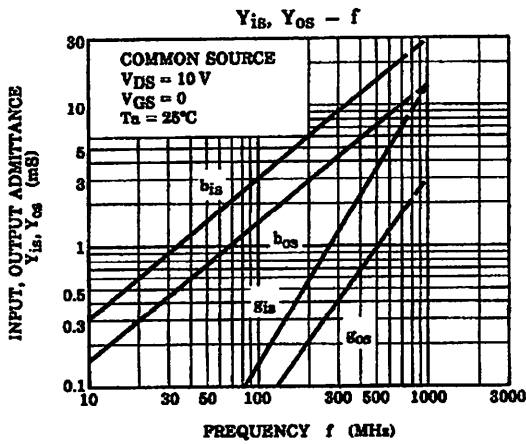
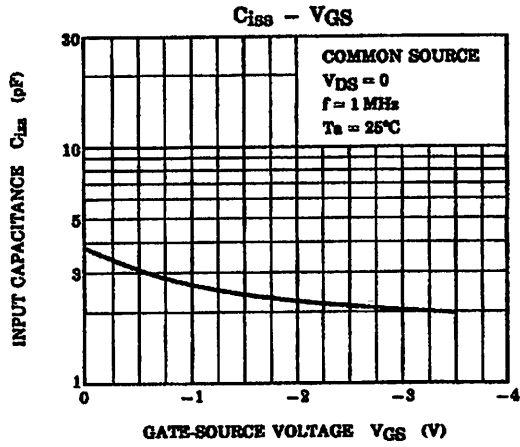
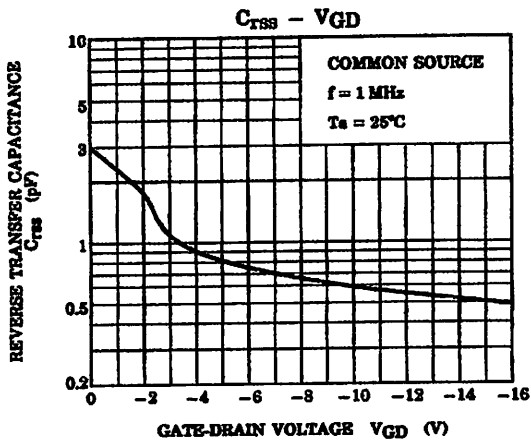


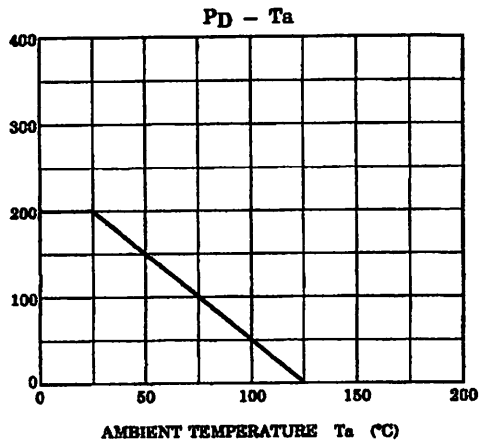
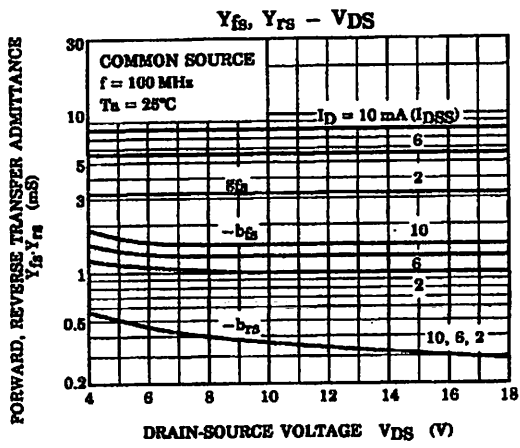
$V_{GS(OFF)} - I_{DSS}$



$|Y_{fs}| - I_{DSS}$







TOSHIBA Field Effect Transistor Silicon N Channel Junction Type

2SK192A

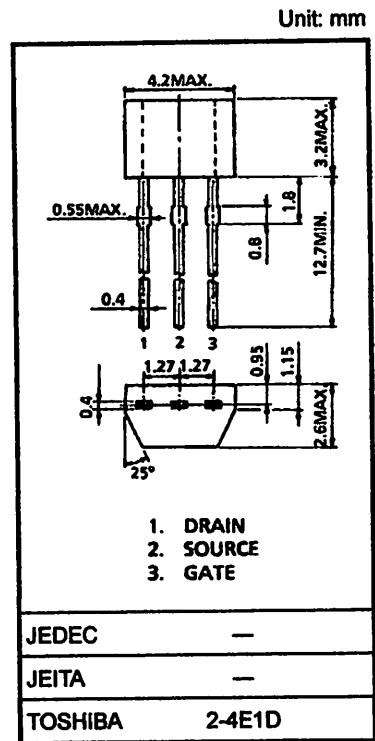
FM Tuner Applications

VHF Band Amplifier Applications

- High power gain: $G_{PS} = 24\text{dB}$ (typ.) ($f = 100\text{ MHz}$)
- Low noise figure: $NF = 1.8\text{dB}$ (typ.) ($f = 100\text{ MHz}$)
- High forward transfer admittance: $|Y_{fs}| = 7\text{ mS}$ (typ.) ($f = 1\text{ kHz}$)

Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

Characteristics	Symbol	Rating	Unit
Gate-drain voltage	V_{GDO}	-18	V
Gate current	I_G	10	mA
Drain power dissipation	P_D	200	mW
Junction temperature	T_j	125	$^\circ\text{C}$
Storage temperature range	T_{stg}	-55~125	$^\circ\text{C}$

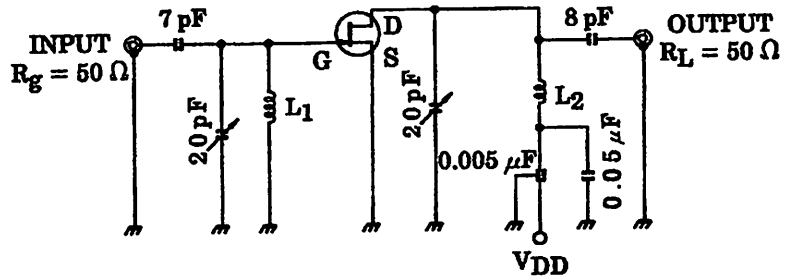


Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

Weight 0.13 g (typ.)

Characteristics	Symbol	Test Condition	Min	Typ.	Max	Unit
Gate leakage current	I_{GSS}	$V_{GS} = -1.0\text{ V}, V_{DS} = 0$	—	—	-10	nA
Gate-drain breakdown voltage	$V_{(BR) GDO}$	$I_G = -100\ \mu\text{A}$	-18	—	—	V
Drain current	I_{DSS} (Note)	$V_{GS} = 0, V_{DS} = 10\text{ V}$	3	—	24	mA
Gate-source cut-off voltage	$V_{GS(OFF)}$	$V_{DS} = 10\text{ V}, I_D = 1\ \mu\text{A}$	-1.2	-3	—	V
Forward transfer admittance	$ Y_{fs} $	$V_{GS} = 0, V_{DS} = 10\text{ V}, f = 1\text{ kHz}$	—	7	—	mS
Input capacitance	C_{iss}	$V_{DS} = 10\text{ V}, V_{GS} = 0, f = 1\text{ MHz}$	—	3.5	—	pF
Reverse transfer capacitance	C_{rss}	$V_{GD} = -10\text{ V}, f = 1\text{ MHz}$	—	—	0.65	pF
Power gain	G_{PS}	$V_{DD} = 10\text{ V}, f = 100\text{ MHz}$ (Figure 1)	—	24	—	dB
Noise figure	NF	$V_{DD} = 10\text{ V}, f = 100\text{ MHz}$ (Figure 1)	—	1.8	3.5	dB

Note: I_{DSS} classification Y: 3.0~7.0, GR: 6.0~14.0, BL: 12.0~24.0

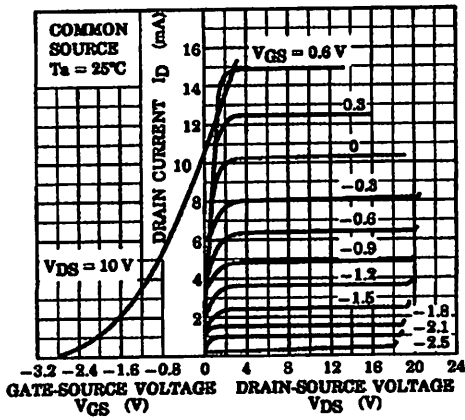


L1: 0.8 mmφ A_G plated Cu wire 3 turns, 10 mm ID, 10 mm length

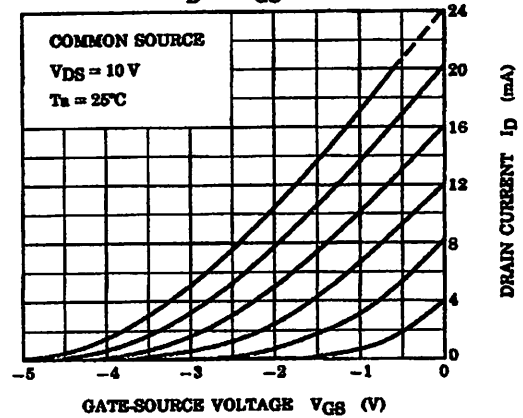
L2: 0.8 mmφ A_G plated Cu wire 3.5 turns, 10 mm ID, 10 mm length

Figure 1 100 MHz G_{ps}, NF Test Circuit

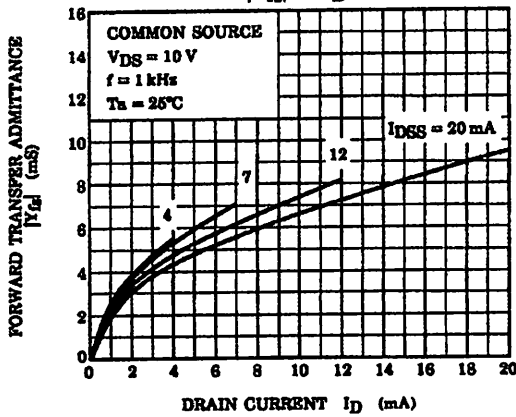
STATIC CHARACTERISTICS



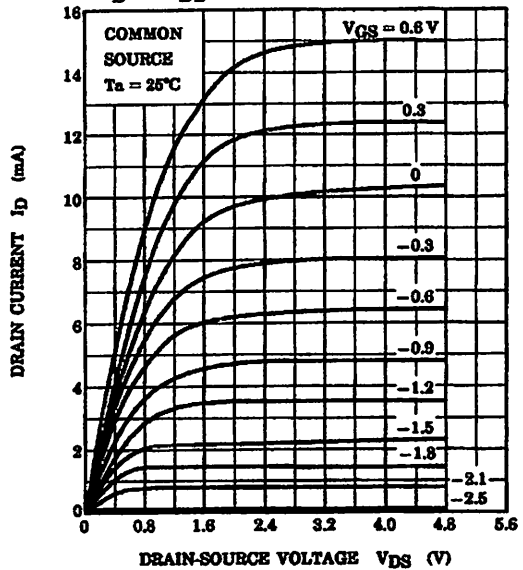
ID - VGS



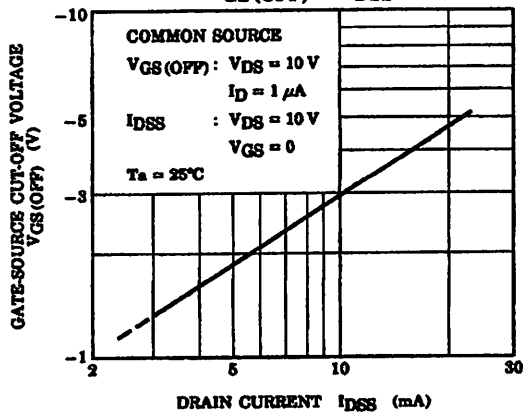
|Yfs| - ID



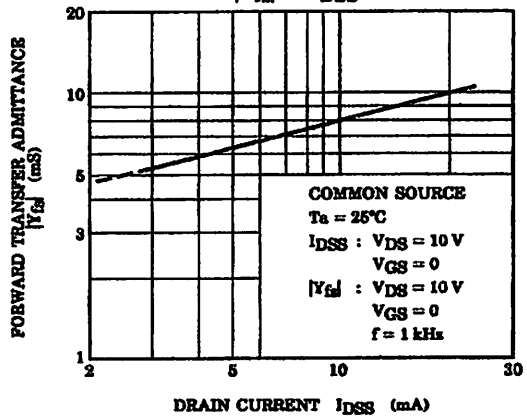
ID - VDS (LOW VOLTAGE REGION)

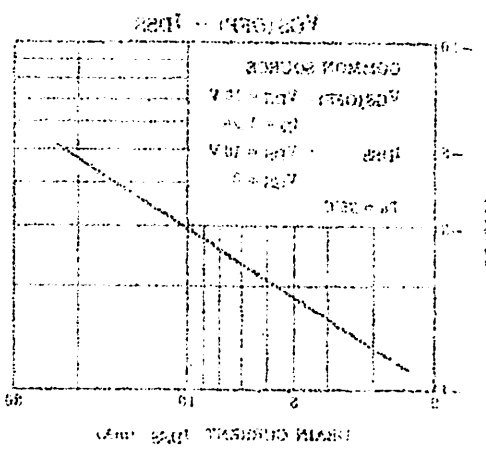
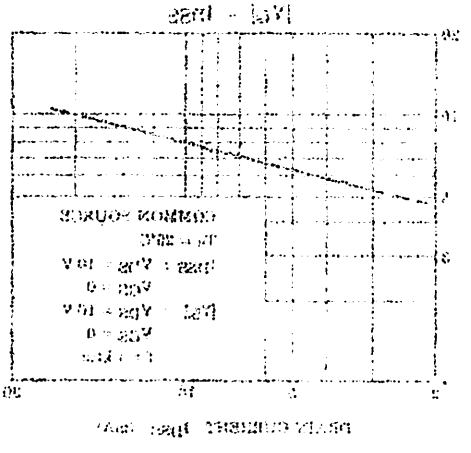
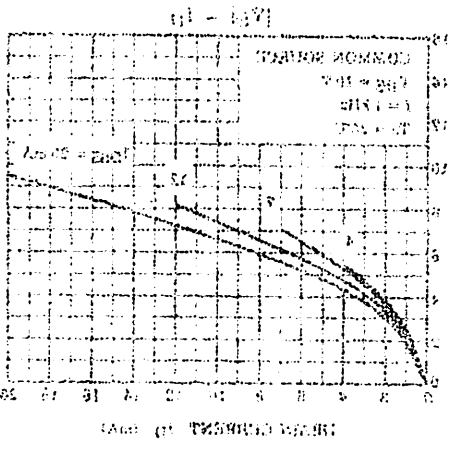
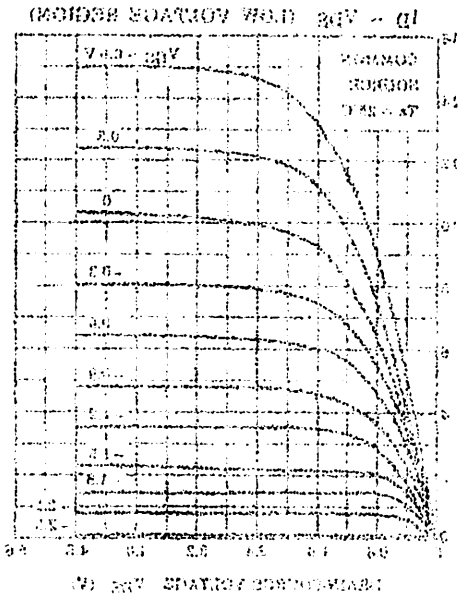
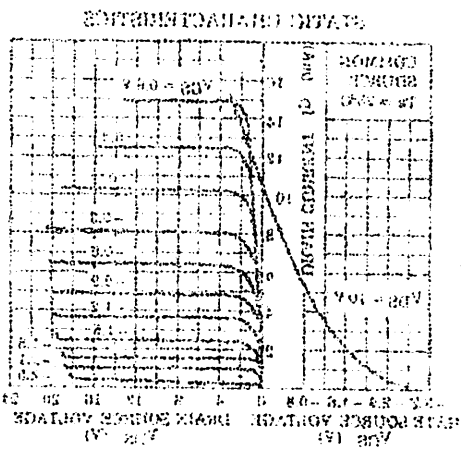
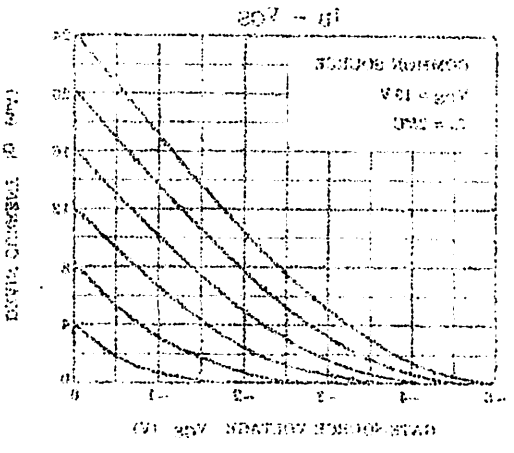


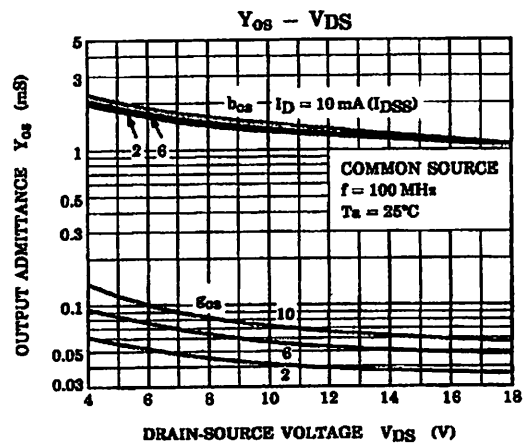
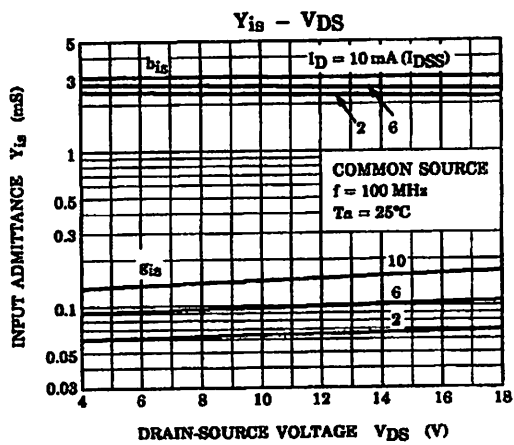
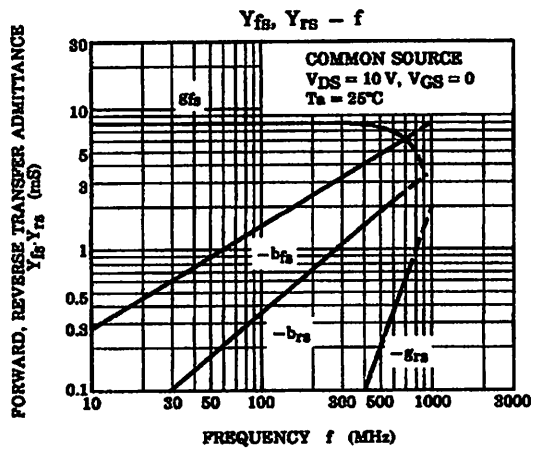
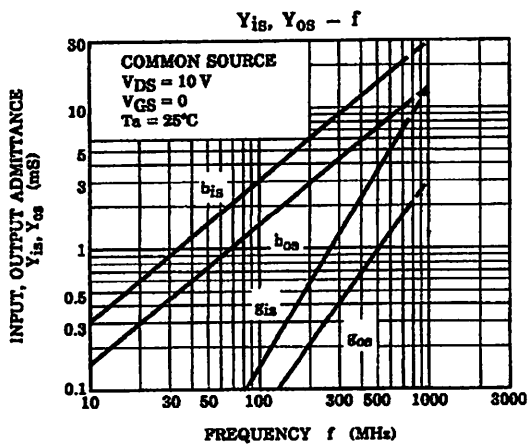
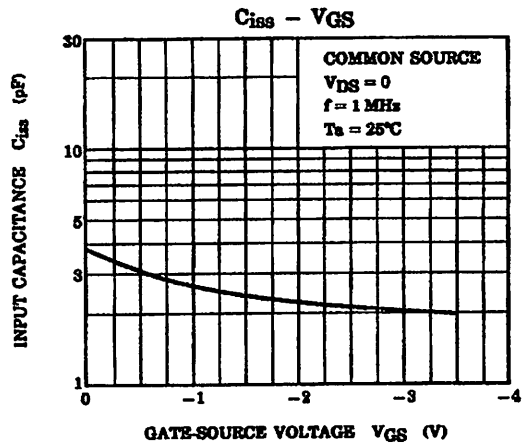
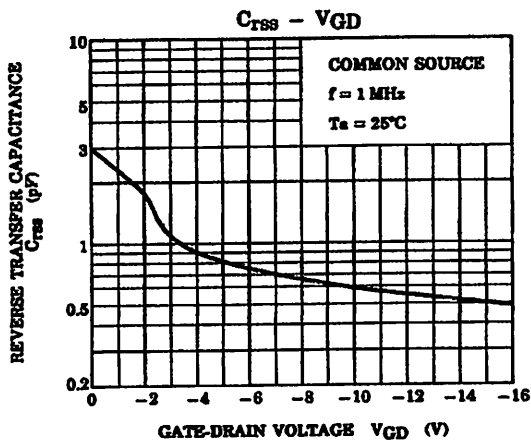
VGS(OFF) - IDSS

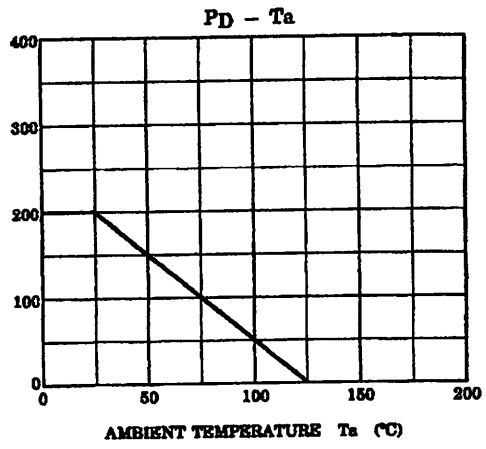
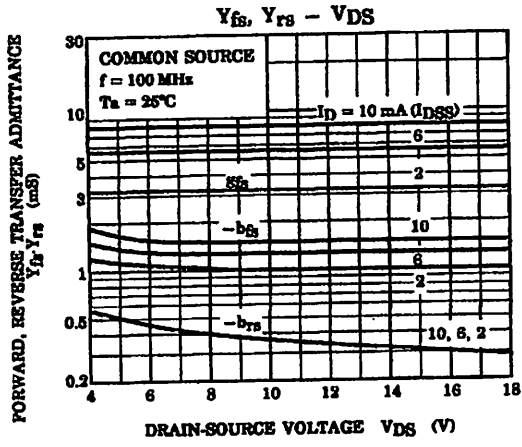


|Yfs| - IDSS









LM301A LM201A

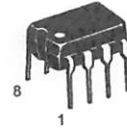
Operational Amplifiers

A general purpose operational amplifier that allows the user to choose the compensation capacitor best suited to his needs. With proper compensation, summing amplifier slew rates to 10 V/ μ s can be obtained.

- Low Input Offset Current: 20 nA Maximum Over Temperature Range
- External Frequency Compensation for Flexibility
- Class AB Output Provides Excellent Linearity
- Output Short Circuit Protection
- Guaranteed Drift Characteristics

OPERATIONAL AMPLIFIERS

SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA



N SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 626



D SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 751
(SO-8)

Figure 1. Standard Compensation and Offset Balancing Circuit

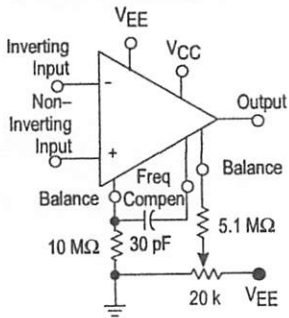
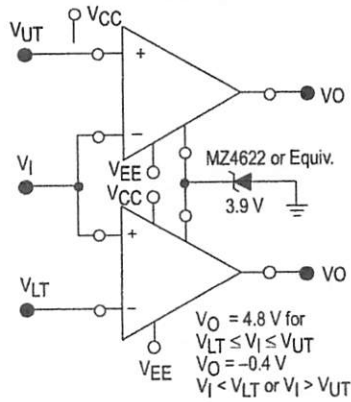


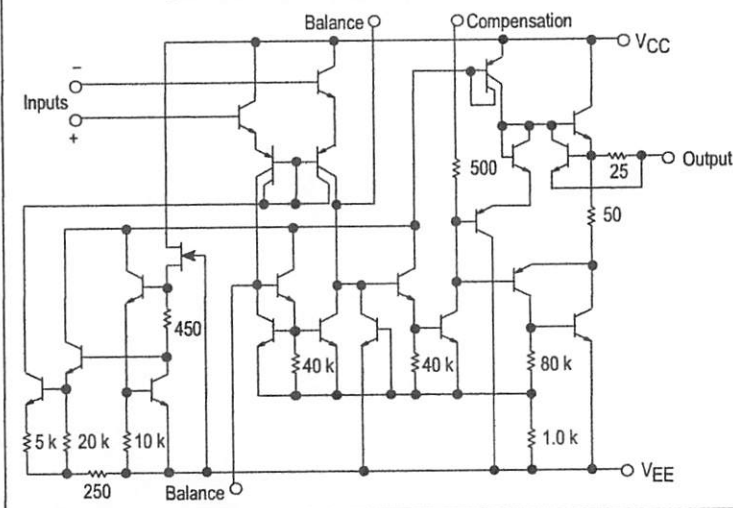
Figure 2. Double-Ended Limit Detector



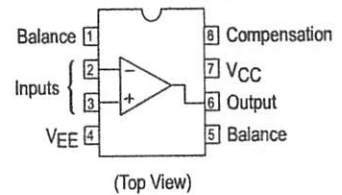
(Pins Not Shown Are Not Connected)

$V_O = 4.8 \text{ V}$ for $V_{LT} \leq V_I \leq V_{UT}$
 $V_O = -0.4 \text{ V}$ for $V_I < V_{LT}$ or $V_I > V_{UT}$

Figure 3. Representative Circuit Schematic



PIN CONNECTIONS



ORDERING INFORMATION

Device	Operating Temperature Range	Package
LM301AD LM301AN	$T_A = 0^\circ \text{ to } +70^\circ \text{C}$	SO-8 Plastic DIP
LM201AD LM201AN	$T_A = -25^\circ \text{ to } +85^\circ \text{C}$	SO-8 Plastic DIP



MOTOROLA

Operational Amplifiers

A general purpose operational amplifier that allows the user to choose the compensation capacitor best suited to the load. With proper compensation, summing amplifier slew rates to 10 V/μsec are obtainable.

- Low Input Current 20 nA Maximum Over Temperature Range
- Excellent Slew Rate Compensation for RC Loads
- Class AB Output Provides Excellent Linearity
- Output Short Circuit Protection
- Guaranteed Unit Characteristics

Figure 1. Standard Offset Balancing Circuit

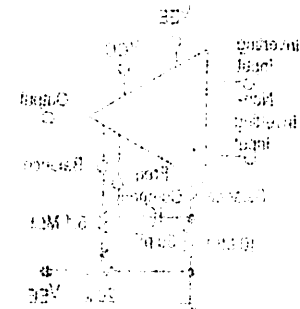


Figure 2. Double-Ended Limit Detector

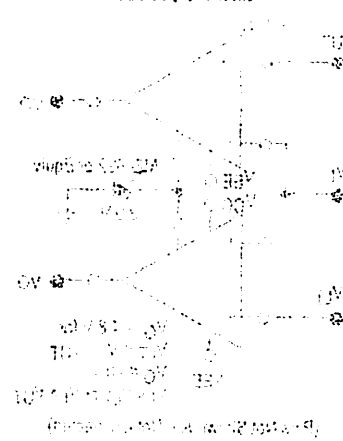
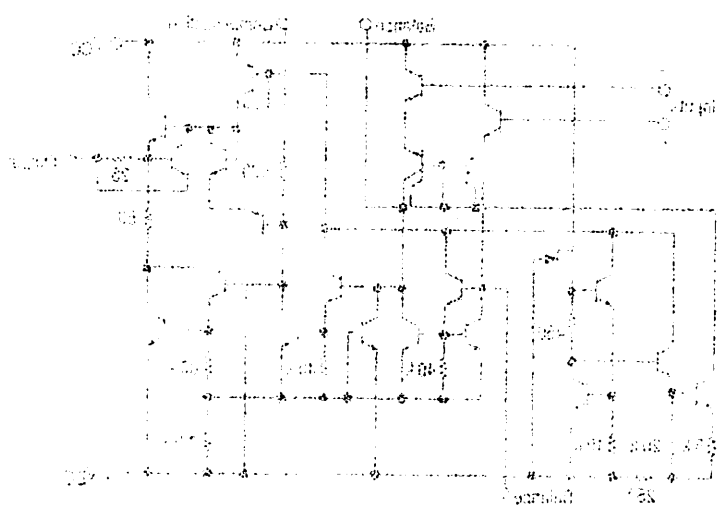


Figure 3. Representative Circuit Schematics



LMC301A
LMC301A

OPERATIONAL AMPLIFIERS

SEMICONDUCTOR
TECHNICAL DATA



LMC301A
PLASTIC PACKAGE
N SHIP



LMC301A
PLASTIC PACKAGE
D SHIP

PIN CONNECTIONS



ORDERING INFORMATION

Device	Temperature Range	Ordering Package
LMC301A	-40 to +125°C	Plastic DIP
LMC301A	-40 to +125°C	Plastic DIP

LM301A LM201A

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Value		Unit
		LM201A	LM301A	
Power Supply Voltage	V_{CC}, V_{EE}	± 22	± 18	Vdc
Input Differential Voltage	V_{ID}	← ± 30 →		V
Input Common Mode Range (Note 1)	V_{ICR}	← ± 15 →		V
Output Short Circuit Duration	t_{SC}	← Continuous →		
Power Dissipation (Package Limitation) Plastic Dual-In-Line Package (LM201A/ Derate above $T_A = +25^\circ\text{C}$ 301A)	P_D	625 5.0	625 5.0	mW mW/°C
Operating Ambient Temperature Range	T_A	-25 to +85	0 to +70	°C
Storage Temperature Range	T_{stg}	← -65 to +150 →		°C

NOTE: 1. For supply voltages less than ± 15 V, the absolute maximum input voltage is equal to the supply voltage.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.) Unless otherwise specified, these specifications apply for supply voltages from ± 5.0 V to ± 20 V for the LM201A, and from ± 5.0 V to ± 15 V for the LM301A.

Characteristic	Symbol	LM201A			LM301A			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage ($R_S \leq 50 \text{ k}\Omega$)	V_{IO}	-	0.7	2.0	-	2.0	7.5	mV
Input Offset Current	I_{IO}	-	1.5	10	-	3.0	50	nA
Input Bias Current	I_{IB}	-	30	75	-	70	250	nA
Input Resistance	r_i	1.5	4.0	-	0.5	2.0	-	M Ω
Supply Current $V_{CC}/V_{EE} = \pm 20$ V $V_{CC}/V_{EE} = \pm 15$ V	I_{CC}, I_{EE}	-	1.8	3.0	-	-	-	mA
Large Signal Voltage Gain ($V_{CC}/V_{EE} = \pm 15$ V, $V_O = \pm 10$ V, $R_L > 2.0 \text{ k}\Omega$)	A_V	50	160	-	25	160	-	V/mV

The following specifications apply over the operating temperature range.

Input Offset Voltage ($R_S \leq 50 \text{ k}\Omega$)	V_{IO}	-	-	3.0	-	-	10	mV
Input Offset Current	I_{IO}	-	-	20	-	-	70	nA
Avg Temperature Coefficient of Input Offset Voltage $T_A(\text{min}) \leq T_A \leq T_A(\text{max})$	$\Delta V_{IO}/\Delta T$	-	3.0	15	-	6.0	30	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Avg Temperature Coefficient of Input Offset Current $+25^\circ\text{C} \leq T_A \leq T_A(\text{max})$ $T_A(\text{min}) \leq T_A \leq 25^\circ\text{C}$	$\Delta I_{IO}/\Delta T$	-	0.01	0.1	-	0.01	0.3	$\text{nA}/^\circ\text{C}$
		-	0.02	0.2	-	0.02	0.6	
Input Bias Current	I_{IB}	-	-	100	-	-	300	nA
Large Signal Voltage Gain ($V_{CC}/V_{EE} = \pm 15$ V, $V_O = \pm 10$ V, $R_L > 2.0 \text{ k}\Omega$)	A_{VOL}	25	-	-	15	-	-	V/mV
Input Voltage Range $V_{CC}/V_{EE} = \pm 20$ V $V_{CC}/V_{EE} = \pm 15$ V	V_{ICR}	-15	-	+15	-	-	-	V
		-	-	-	-12	-	+12	
Common Mode Rejection ($R_S \leq 50 \text{ k}\Omega$)	CMR	80	96	-	70	90	-	dB
Supply Voltage Rejection ($R_S \leq 50 \text{ k}\Omega$)	PSR	80	96	-	70	96	-	dB
Output Voltage Swing ($V_{CC}/V_{EE} = \pm 15$ V, $R_L = \pm 10 \text{ k}\Omega$, $R_L > 2.0 \text{ k}\Omega$)	V_O	± 12 ± 10	± 14 ± 13	-	± 12 ± 10	± 14 ± 13	-	V
Supply Currents ($T_A = T_A(\text{max})$, $V_{CC}/V_{EE} = \pm 20$ V)	I_{CC}, I_{EE}	-	1.2	2.5	-	-	-	mA

LM301A LM201A

Figure 4. Minimum Input Voltage Range

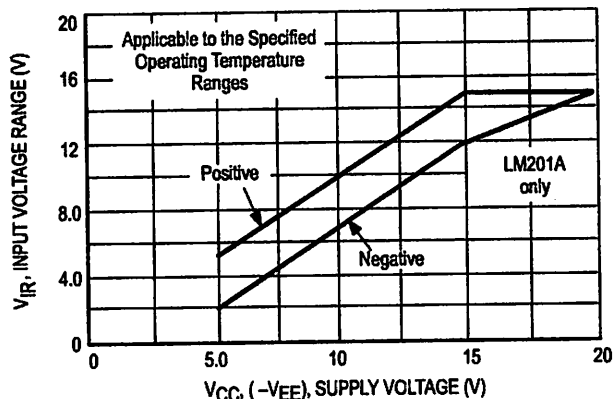


Figure 5. Minimum Output Voltage Swing

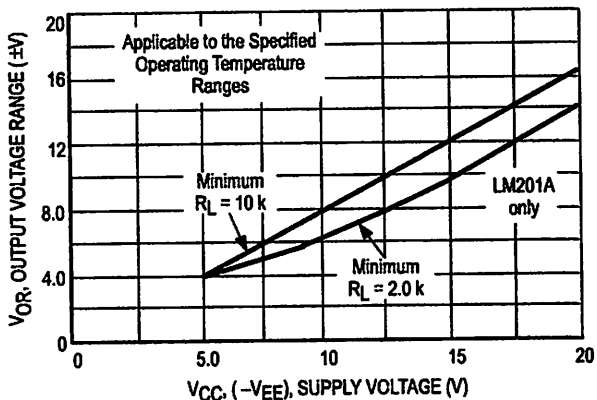


Figure 6. Minimum Voltage Gain

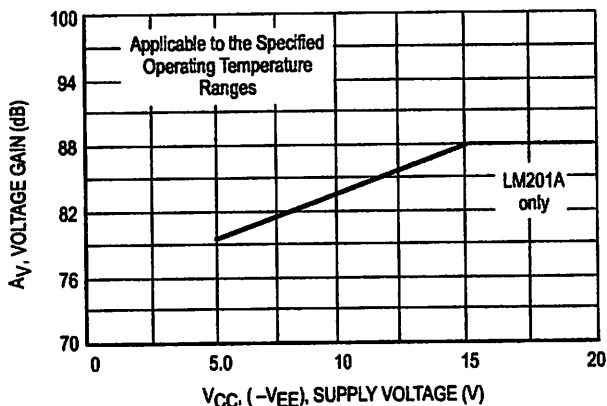


Figure 7. Typical Supply Currents

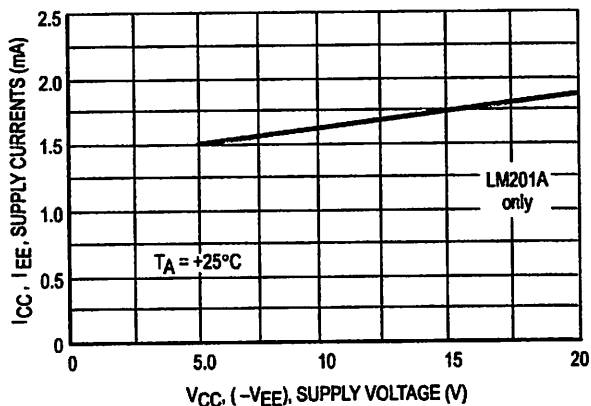


Figure 8. Open Loop Frequency Response

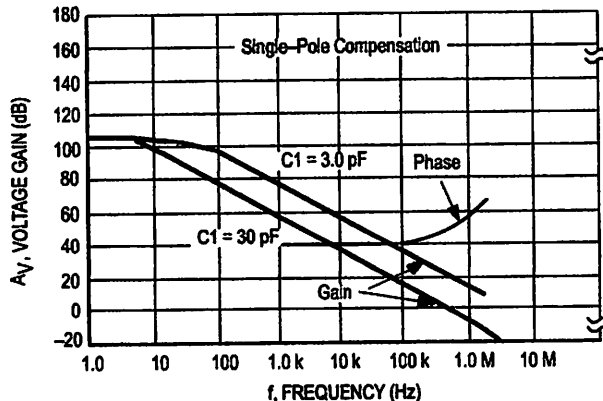
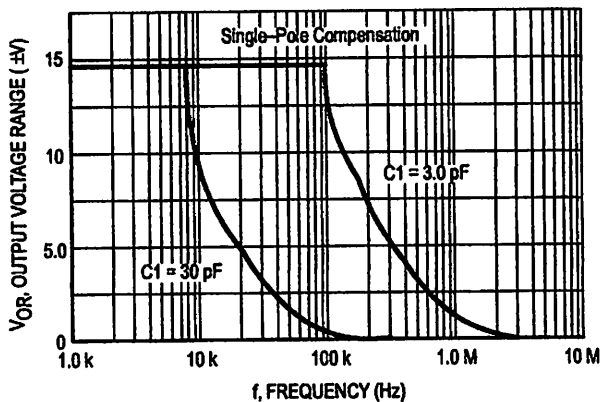


Figure 9. Large Signal Frequency Response



LM301A LM201A

Figure 10. Voltage Follower Pulse Response

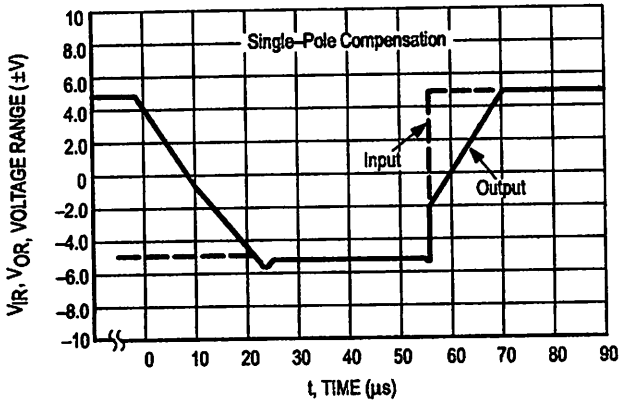


Figure 11. Open Loop Frequency Response

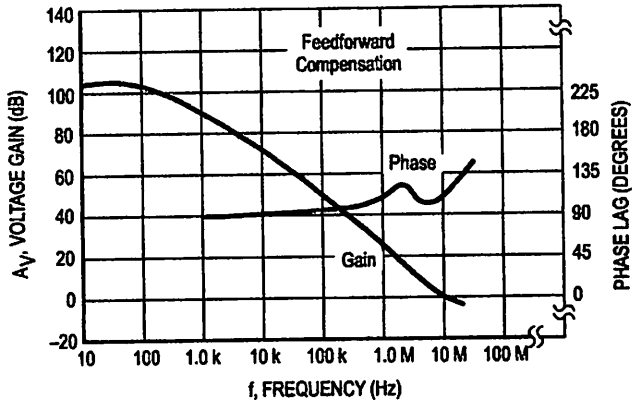


Figure 12. Large Signal Frequency Response

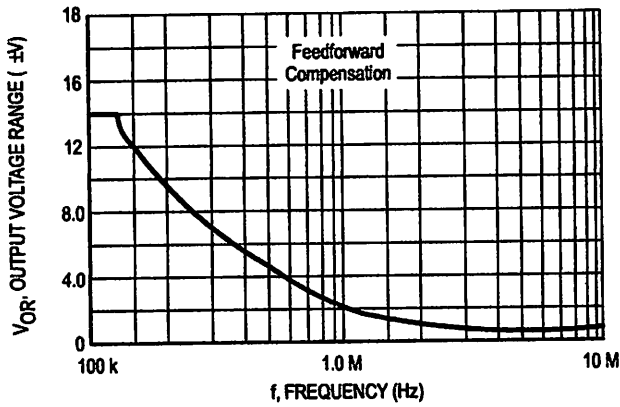


Figure 13. Inverter Pulse Response

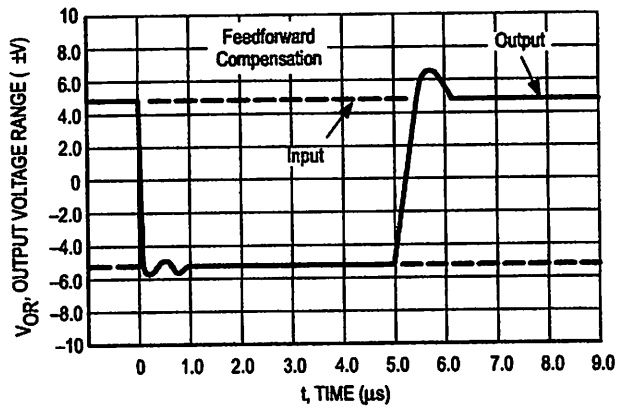


Figure 14. Single-Pole Compensation

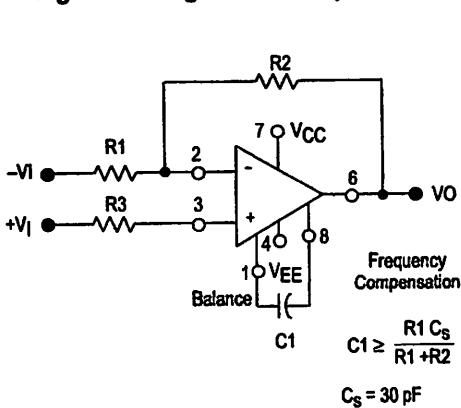
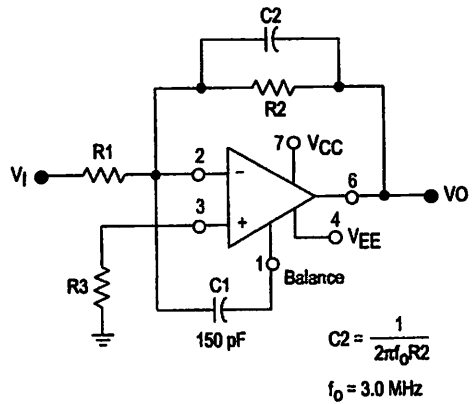


Figure 15. Feedforward Compensation



Silicon Epicap Diodes

Designed for general frequency control and tuning applications; providing solid-state reliability in replacement of mechanical tuning methods.

- High Q with Guaranteed Minimum Values at VHF Frequencies
- Controlled and Uniform Tuning Ratio
- Available in Surface Mount Package

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	MMBV109LT1	MV209	Unit
Reverse Voltage	V_R	30		Vdc
Forward Current	I_F	200		mAdc
Forward Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	200 2.0	200 1.6	mW mW/°C
Junction Temperature	T_J	+125		°C
Storage Temperature Range	T_{stg}	-55 to +150		°C

DEVICE MARKING

MMBV109LT1 = M4A, MV209 = MV209

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted.)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Reverse Breakdown Voltage ($I_R = 10 \mu\text{Adc}$)	$V_{(BR)R}$	30	—	—	Vdc
Reverse Voltage Leakage Current ($V_R = 25 \text{ Vdc}$)	I_R	—	—	0.1	μAdc
Diode Capacitance Temperature Coefficient ($V_R = 3.0 \text{ Vdc}$, $f = 1.0 \text{ MHz}$)	TC_C	—	300	—	ppm/°C

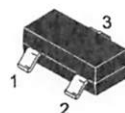
Device	C_t , Diode Capacitance $V_R = 3.0 \text{ Vdc}$, $f = 1.0 \text{ MHz}$ pF			Q , Figure of Merit $V_R = 3.0 \text{ Vdc}$ $f = 50 \text{ MHz}$	C_R , Capacitance Ratio C_3/C_{25} $f = 1.0 \text{ MHz}$ (Note 1)	
	Min	Nom	Max	Min	Min	Max
MMBV109LT1, MV209	26	29	32	200	5.0	6.5

1. C_R is the ratio of C_t measured at 3 Vdc divided by C_t measured at 25 Vdc.

MMBV109LT1, MV209

MMBV109LT1 and MV209 are Preferred Devices

26–32 pF
VOLTAGE VARIABLE
CAPACITANCE DIODES



CASE 318-08, STYLE 6
SOT-23 (TO-236AB)



CASE 182-06, STYLE 1
TO-92 (TO-226AC)



Preferred devices are ON Semiconductor recommended choices for future use and best overall value.

MMBV109LT1, MV209

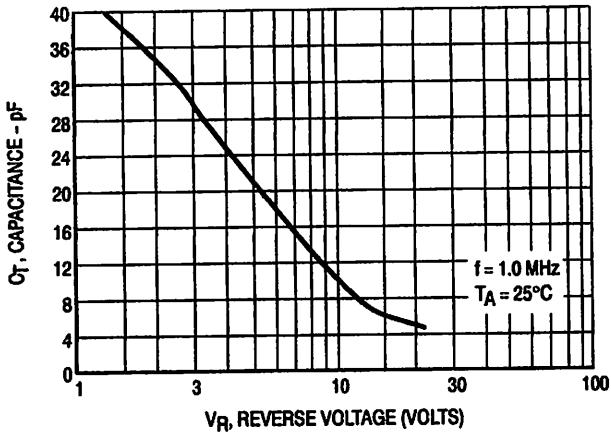


Figure 1. DIODE CAPACITANCE

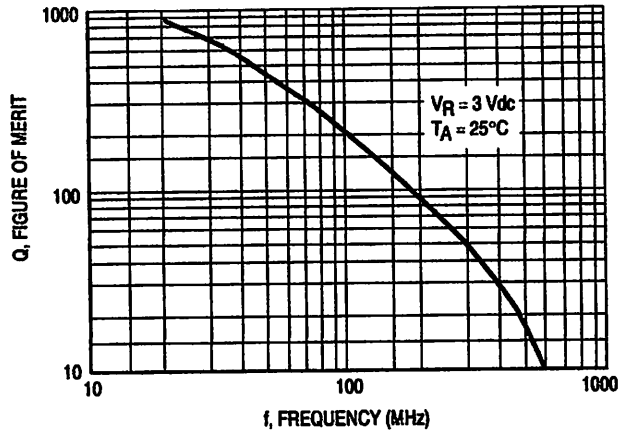


Figure 2. FIGURE OF MERIT

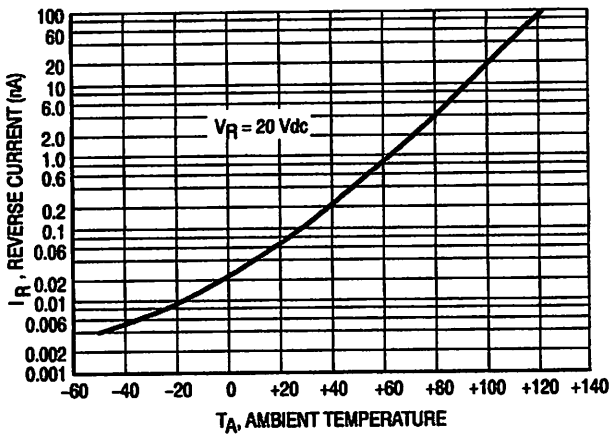


Figure 3. LEAKAGE CURRENT

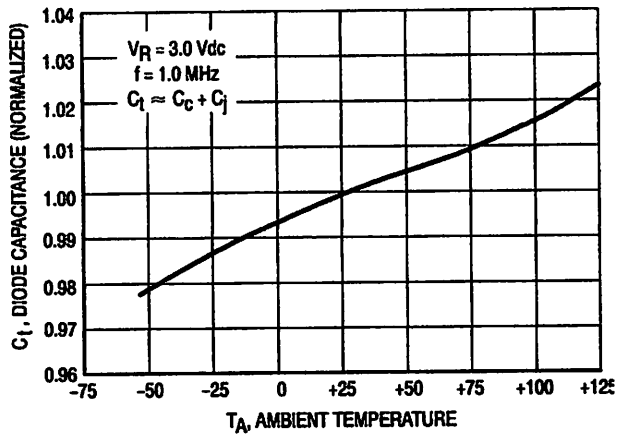


Figure 4. DIODE CAPACITANCE

NOTES ON TESTING AND SPECIFICATIONS

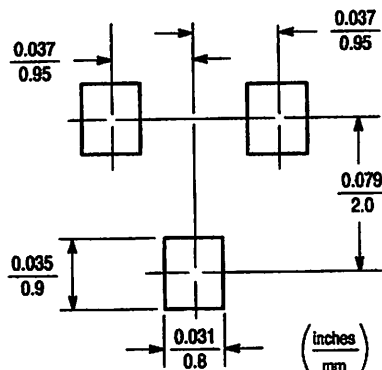
1. C_R is the ratio of C_T measured at 3.0 Vdc divided by C_T measured at 25 Vdc.

MMBV109LT1, MV209

INFORMATION FOR USING THE SOT-23 SURFACE MOUNT PACKAGE MINIMUM RECOMMENDED FOOTPRINT FOR SURFACE MOUNTED APPLICATIONS

Surface mount board layout is a critical portion of the total design. The footprint for the semiconductor packages must be the correct size to insure proper solder connection

interface between the board and the package. With the correct pad geometry, the packages will self align when subjected to a solder reflow process.



SOT-23

SOT-23 POWER DISSIPATION

The power dissipation of the SOT-23 is a function of the pad size. This can vary from the minimum pad size for soldering to a pad size given for maximum power dissipation. Power dissipation for a surface mount device is determined by $T_{J(max)}$, the maximum rated junction temperature of the die, $R_{\theta JA}$, the thermal resistance from the device junction to ambient, and the operating temperature, T_A . Using the values provided on the data sheet for the SOT-23 package, P_D can be calculated as follows:

$$P_D = \frac{T_{J(max)} - T_A}{R_{\theta JA}}$$

The values for the equation are found in the maximum ratings table on the data sheet. Substituting these values into the equation for an ambient temperature T_A of 25°C, one can calculate the power dissipation of the device which in this case is 225 milliwatts.

$$P_D = \frac{150^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C}}{556^\circ\text{C/W}} = 225 \text{ milliwatts}$$

The 556°C/W for the SOT-23 package assumes the use of the recommended footprint on a glass epoxy printed circuit board to achieve a power dissipation of 225 milliwatts. There are other alternatives to achieving higher power dissipation from the SOT-23 package. Another alternative would be to use a ceramic substrate or an aluminum core board such as Thermal Clad™. Using a board material such as Thermal Clad, an aluminum core board, the power dissipation can be doubled using the same footprint.

SOLDERING PRECAUTIONS

The melting temperature of solder is higher than the rated temperature of the device. When the entire device is heated to a high temperature, failure to complete soldering within a short time could result in device failure. Therefore, the following items should always be observed in order to minimize the thermal stress to which the devices are subjected.

- Always preheat the device.
 - The delta temperature between the preheat and soldering should be 100°C or less.*
 - When preheating and soldering, the temperature of the leads and the case must not exceed the maximum temperature ratings as shown on the data sheet. When using infrared heating with the reflow soldering method, the difference shall be a maximum of 10°C.
 - The soldering temperature and time shall not exceed 260°C for more than 10 seconds.
 - When shifting from preheating to soldering, the maximum temperature gradient shall be 5°C or less.
 - After soldering has been completed, the device should be allowed to cool naturally for at least three minutes. Gradual cooling should be used as the use of forced cooling will increase the temperature gradient and result in latent failure due to mechanical stress.
 - Mechanical stress or shock should not be applied during cooling.
- * Soldering a device without preheating can cause excessive thermal shock and stress which can result in damage to the device.

MMBV109LT1, MV209

SOLDER STENCIL GUIDELINES

Prior to placing surface mount components onto a printed circuit board, solder paste must be applied to the pads. A solder stencil is required to screen the optimum amount of solder paste onto the footprint. The stencil is made of brass or stainless steel with a typical thickness of 0.008 inches.

The stencil opening size for the surface mounted package should be the same as the pad size on the printed circuit board, i.e., a 1:1 registration.

TYPICAL SOLDER HEATING PROFILE

For any given circuit board, there will be a group of control settings that will give the desired heat pattern. The operator must set temperatures for several heating zones, and a figure for belt speed. Taken together, these control settings make up a heating "profile" for that particular circuit board. On machines controlled by a computer, the computer remembers these profiles from one operating session to the next. Figure 7 shows a typical heating profile for use when soldering a surface mount device to a printed circuit board. This profile will vary among soldering systems but it is a good starting point. Factors that can affect the profile include the type of soldering system in use, density and types of components on the board, type of solder used, and the type of board or substrate material being used. This profile shows temperature versus time.

The line on the graph shows the actual temperature that might be experienced on the surface of a test board at or near a central solder joint. The two profiles are based on a high density and a low density board. The Vitronics SMD310 convection/infrared reflow soldering system was used to generate this profile. The type of solder used was 62/36/2 Tin Lead Silver with a melting point between 177–189°C. When this type of furnace is used for solder reflow work, the circuit boards and solder joints tend to heat first. The components on the board are then heated by conduction. The circuit board, because it has a large surface area, absorbs the thermal energy more efficiently, then distributes this energy to the components. Because of this effect, the main body of a component may be up to 30 degrees cooler than the adjacent solder joints.

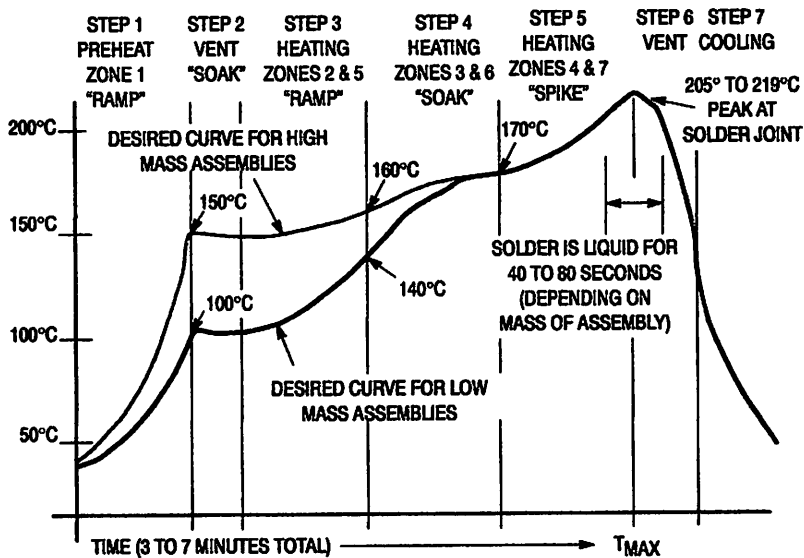
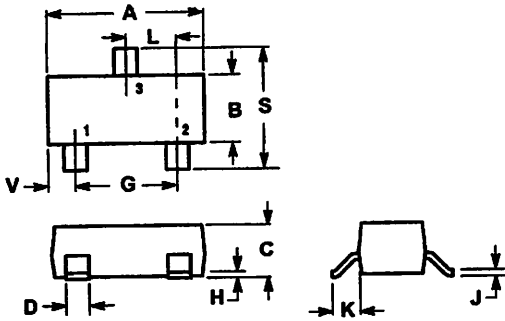


Figure 5. Typical Solder Heating Profile

MMBV109LT1, MV209

PACKAGE DIMENSIONS

SOT-23 (TO-236AB) CASE 318-08 ISSUE AF



NOTES:

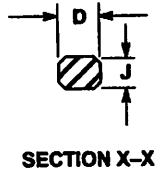
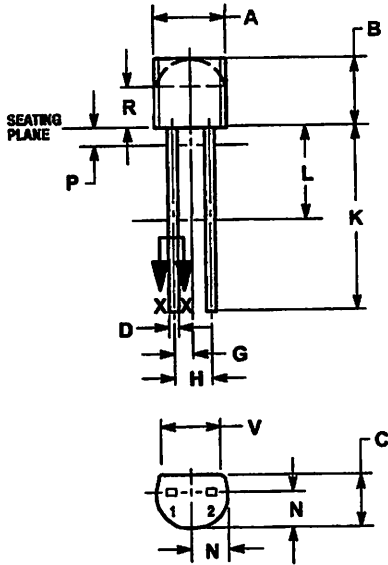
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.
3. MAXIMUM LEAD THICKNESS INCLUDES LEAD FINISH THICKNESS. MINIMUM LEAD THICKNESS IS THE MINIMUM THICKNESS OF BASE MATERIAL.

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.1102	0.1197	2.80	3.04
B	0.0472	0.0551	1.20	1.40
C	0.0350	0.0440	0.89	1.11
D	0.0150	0.0200	0.37	0.50
G	0.0701	0.0807	1.78	2.04
H	0.0005	0.0040	0.013	0.100
J	0.0084	0.0070	0.085	0.177
K	0.0140	0.0285	0.35	0.69
L	0.0350	0.0401	0.89	1.02
S	0.0830	0.1039	2.10	2.64
V	0.0177	0.0226	0.45	0.60

STYLE G:
PIN 1. BASE
2. EMITTER
3. COLLECTOR

MMBV109LT1, MV209

PACKAGE DIMENSIONS TO-92 (TO-226AC) CASE 182-06 ISSUE L



- NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
 2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.
 3. CONTOUR OF PACKAGE BEYOND ZONE R IS UNCONTROLLED.
 4. LEAD DIMENSION IS UNCONTROLLED IN P AND BEYOND DIMENSION K MINIMUM.

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.175	0.205	4.45	5.21
B	0.170	0.210	4.32	5.33
C	0.125	0.165	3.18	4.19
D	0.018	0.021	0.407	0.533
G	0.050 BSC		1.27 BSC	
H	0.100 BSC		2.54 BSC	
J	0.014	0.018	0.38	0.41
K	0.500	---	12.70	---
L	0.250	---	6.35	---
N	0.030	0.105	2.03	2.68
P	---	0.050	---	1.27
R	0.115	---	2.93	---
V	0.135	---	3.43	---

STYLE 1:
PIN 1. ANODE
2. CATHODE