

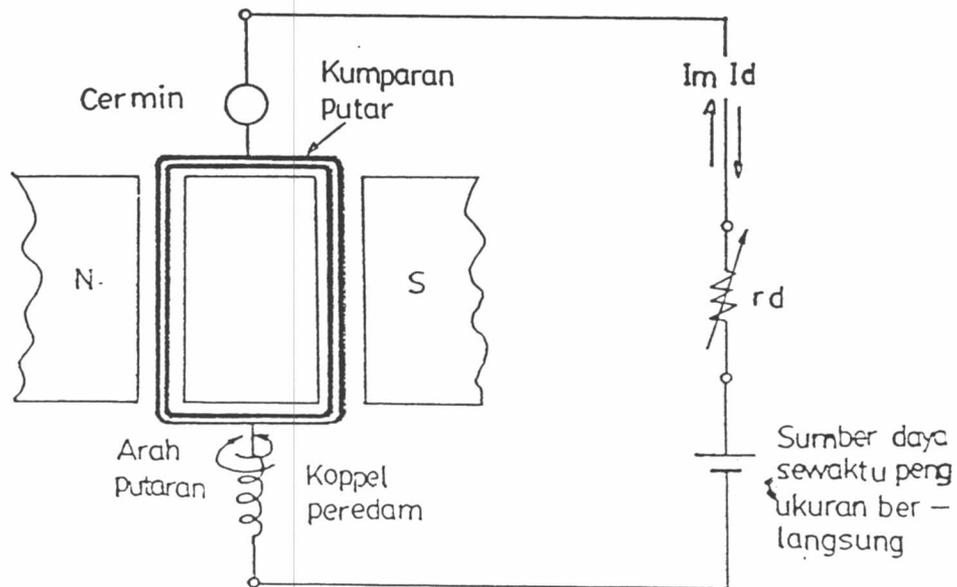
B A B IV

UNIT ALAT PENGUKUR

A. GALVANOMETER ARUS SEARAH

Pada masa kini Galvanometer yang dipakai untuk arus searah pada umumnya adalah dari konstruksi kumparan putar. Prinsip kerjanya adalah serupa dengan kumparan putar untuk pengukur arus.

Akan tetapi agar enersia dari bagian yang berputar menjadi kecil, maka kerangka dari kumparan putar yang dipakai sebagai alat peredam dihilangkan jadi seperti yang terlihat pada gambar.



GAMBAR 19 13

REDAMAN PADA GALVANOMETER JENIS KUMPARAN PUTAR

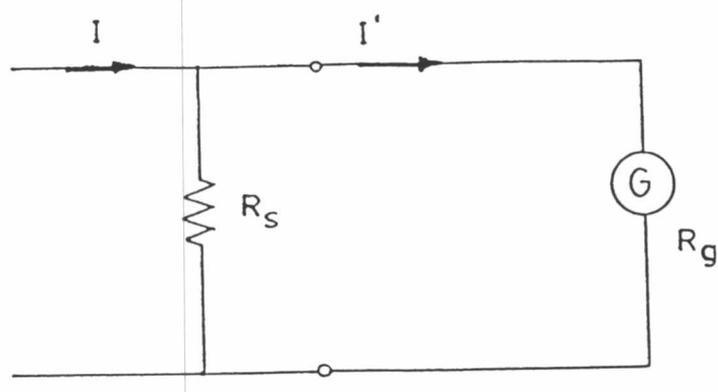
13. DR. Soedjana Sap'ie dan DR. Osamu Nishino, Pengukuran dan alat-alat ukur listrik, PT Pradnya Paramita, Jakarta, 1979, hal 28.

Bila arus I yang akan diukur mengalir melalui kumparan putar, maka suatu tegangan lawan akan diinduksikan di dalam kumparan putar dan menyebabkan arus I_d yang mengalir. Dalam Galvanometer terjadi suatu momen yang ditimbulkan oleh arus ini dan dipergunakan sebagai momen peredam.

Dengan mengatur besarnya tahanan r_d , maka arus I_d akan berubah dan dengan cara ini maka peredamnya dapat diatur. Besarnya tahanan r_d ini akan menentukan derajat dari peredam dan suatu kebesaran khusus yang dinyatakan akan bergantung pada besarnya r_d ini. Bila keadaan peredamannya kritis maka tahanan r_d disebut tahan luar untuk peredam kritis.

1. SHUNT UNTUK GALVANOMETER

Bila arus yang akan diukur dialirkan secara langsung ke dalam suatu Galvanometer dan arus ini tidak diketahui besarnya maka akan sangat mungkin bila Galvanometer akan terbakar oleh karena arus yang berlebihan. Jadi dalam penggunaannya, suatu Galvanometer selalu harus disertai oleh shunt yang diperuntukkannya. Pada mulanya diusahakan agar seluarus yang akan diukur tidak mengalir secara langsung ke dalam Galvanometer dan dalam proses penggunaannya jumlah arus yang mengalir ke dalam galvanometer tersebut dinaikan secara tahap demi tahap. Alat yang dipergunakan untuk keperluan ini secara khusus disebut shunt untuk Galvanometer. Shunt yang sangat sederhana seperti terlihat dalam gambar.



GAMBAR 20 14

GALVANOMETER SHUNT

Kalau suatu tahanan shunt R_s dihubungkan secara paralel dengan suatu Galvanometer yang mempunyai tahanan dalam R_g seperti yang diperlihatkan dalam gambar, maka hubungan antara arus I yang akan diukur dan arus I_g yang menuju ke Galvanometer adalah sebagai berikut :

$$I = m \cdot I_g$$

dengan (4-1) 14

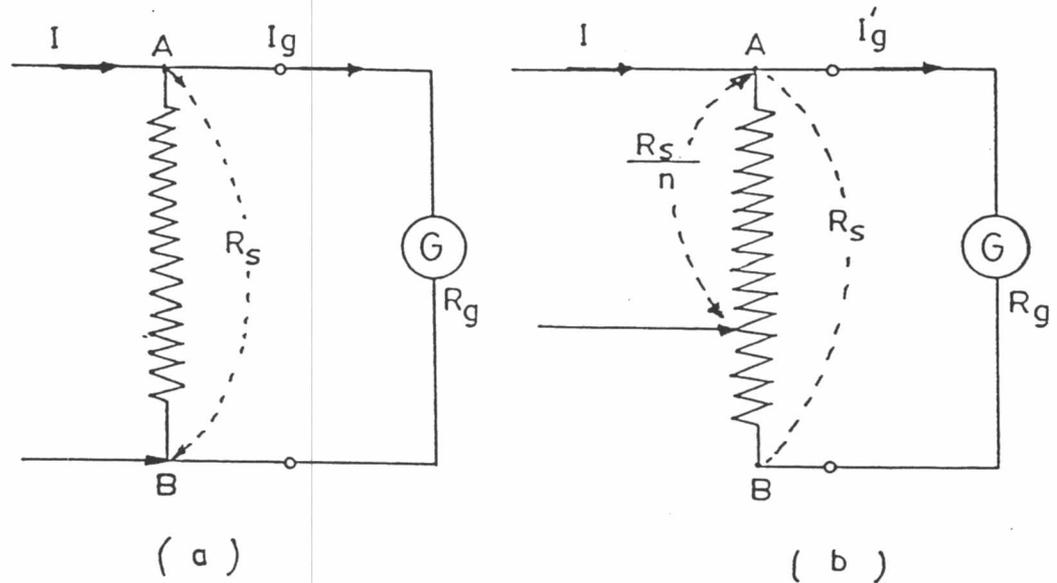
$$m = \frac{R_g + R_s}{R_s}$$

Dimana m adalah faktor perkalian dari tahanan shunt, maka tahanan shunt R_s akan memberikan kepada Galvanometer suatu redaman, seperti tahanan luar sebagai R_d . Jadi misalkan R_s dinaikkan untuk mengurangi faktor perkalian, maka redaman akan dikurangi, sehingga Galvanometer

14. DR.Soedjana Sapi'le dan DR.Osamu Nishino,Pengukuran dan alat-alat ukur listrik.PT Pradnya Paramita,Jakarta,1979,hal 30-31.

bahkan mengadakan isolasi, meskipun Galvanometer tersebut pada mulanya ada dalam keadaan redaman kritis.

Untuk menghindari ini dengan cara yang telah dipakai dengan sukses pada gambar dibawah ini.



GAMBAR 21 15

UNIVERSAL SHUNT

Bila arus I yang akan diukur dialirkan secara relepas masing-masing dua sirkit yang diberikan pad gambar, dan arus yang mengalir ke dalam Galvanometer masing-masing adalah I_g dan I'_g maka arus-arus tersebut dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$I_g = \frac{R_s}{R_g + R_s} \cdot I$$

$$I' = \frac{R_s / n}{R_g + \left(R_s - \frac{R_s}{n} \right) + \frac{R_s}{n}} \cdot I$$

$$= \frac{R_s / n}{R_g + R_s} \cdot I$$

jadi :

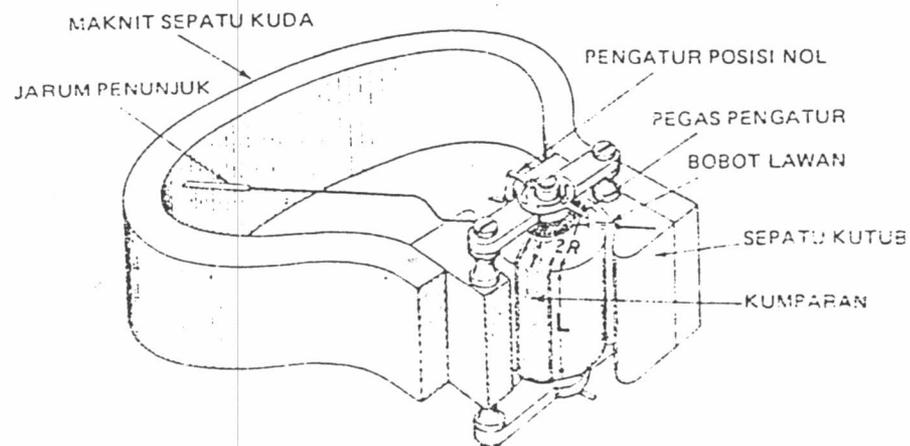
$$I'_g : I_g = 1 : n \quad \dots\dots\dots (4-2) \quad 16$$

Hubungan ini memperlihatkan bahwa bila tahanan dari sirkit pengukuran adalah tinggi, maka faktor perkalian dapat diatur dengan merubah n, tanpa menyebabkan perubahan yang besar dalam kondisi dari padaredaman Galvanometer, dan tidak tergantung dari pada tahanan sirkit Galvanometer. Shunt Galvanometer yang demikian ini disebut Shunt Universil.

2. PERMANENT MAGNET MOVING COIL (PMMC)

Permanent magnet moving coil adalah jenis meter yang paling sering digunakan untuk penunjukan analog instrument. Dari beberapa jenis meter, PMMC adalah salah satu jenis meter yang mendapat pemakaian yang luas, karena karakteristik arus dan simpangan jarum penunjuknya linier, selain itu meter jenis PMMC dapat pula dipakai untuk mengukur tegangan AC dengan menambahkan suatu rangkaian rectifier.

Bentuk dan konstruksi dan bagian-bagian dari permanent magnet moving coil meter dapat dilihat pada gambar.



GAMBAR 22 17

PERMANENT MAGNET MOVING COIL

a. PRINSIP KERJA PMMC

Disini terdapat sebuah kumparan, digantung di dalam medan maknit sebuah maknit permanen berbentuk sepatu kuda. Kumparan digantung sedemikian sehingga ia dapat berputar bebas di dalam medan maknit. Bila arus mengalir didalam kumparan torsi elektromagnetik yang dibangkitkannya akan menyebabkan perputaran kumparan tersebut. Torsi ini diimbangi oleh torsi mekanis pegas-pegas pengatur yang diikat pada kumparan . Kesetimbangan torsi-torsi dan juga posisi sudut kumparan putar, dinyatakan oleh jarum penunjuk terhadap referensi tertentu yang disebut skala.

Persamaan untuk pengembangan torsi yang diturunkan dari hukum dasar elektromagnetik adalah :

$$T = B \cdot A \cdot I \cdot N \quad \dots\dots\dots (4-3) \quad 18$$

dimana :

T = Torsi dalam newton-meter (N-m)

B = Kerapatan fluksi didalam senjang udara (Wb / m^2)

A = Luas efektif kumparan (m^2)

I = Arus kumparan putar (A)

N = Jumlah lilitan kumparan

B. RANGKAIAN INTEGRASI

1. PANDANGAN UMUM RANGKAIAN INTEGRASI

IC terdiri dari komponen-komponen substansi/bahan semi konduktor dan dapat beroperasi sesuai dengan hukum-hukum semi konduktor dimana sistem perkawatannya dilakukan secara microscopic printed circuit sehingga membentuk sebuah fungsi rangkaian khusus.

Didalam sistem rangkaiannya dapat dibedakan antara rangkaian diskrit dan rangkaian integrasi.

- Rangkaian diskrit : rangkaian dengan jenis komponen yang mudah dikenal serta sistem perkawatannya dilakukan secara

sederhana. Bila salah satu komponen ada yang rusak maka dapat diganti tanpa mengganti komponen yang lain.

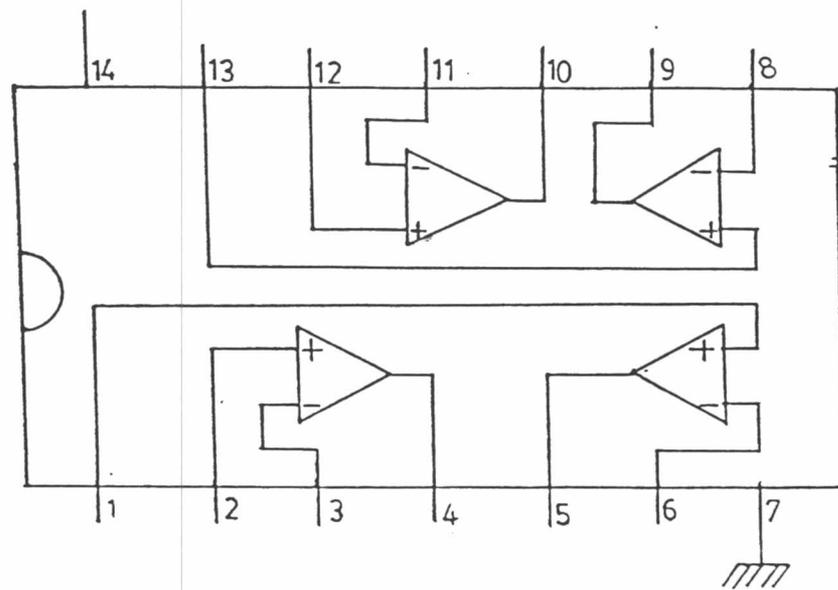
- Rangkaian integrasi : rangkaian yang mempunyai sistem perkawatan yang rumit sebab merupakan kombinasi dari hukum-hukum pisik dan bila rusak maka harus diganti secara keseluruhan, serta jenis komponennya sukar dikenal karena hanya dapat dilihat dengan mikroskop.

Dalam hal ini dengan melihat kenyataan-kenyataan diatas maka dapat diambil kesimpulan bahwa rangkaian integrasi lebih menguntungkan dari rangkaian diskrit mengingat :

- Dimensi jauh lebih kecil yang menyebabkan pemakaian lebih praktis.
- Mempunyai realibilitas yang tinggi, mengingat sistem hubungan dilakukan dengan faktor ketelitian yang tinggi dan juga selama proses selalu diadakan test.
- Lebih ekonomis, karena membutuhkan power yang lebih kecil/sedikit untuk operasi.
- Frekwensi respon sangat baik, sebab sistem perhubungan kawat pendek-pendek sehingga efek parasitas tidak ada.

2. IC. LM 3900

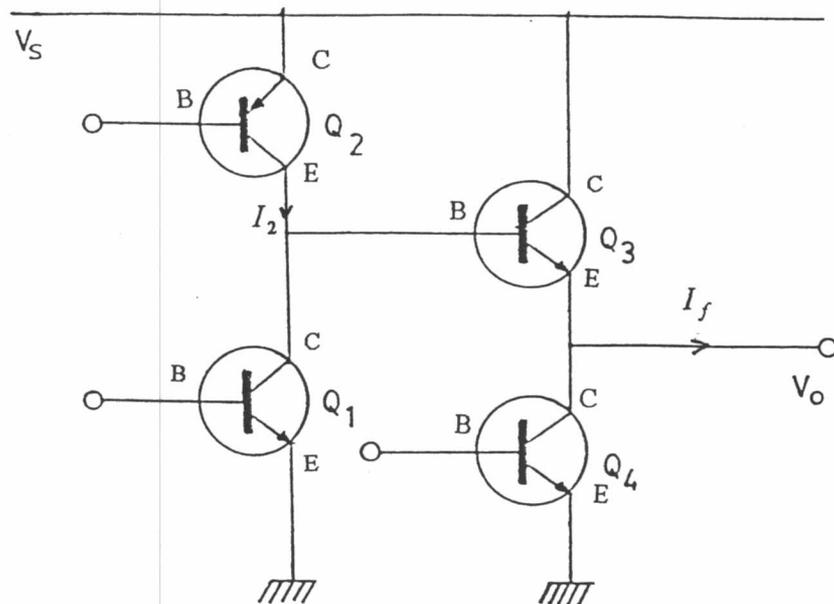
IC LM 3900 merupakan suatu IC yang dapat beroperasi dengan sumber tegangan sebesar 4 Volt DC sampai 36 Volt DC. IC ini tersedia dalam bentuk kemasan "dual in line" berkaki 14 (DIP) yang terdiri 4 (empat) buah OP-AMP IC seperti yang terlihat dalam blok diagram pada gambar dibawah ini:



GAMBAR 23 19

SUSUNAN FISIK IC LM 3900

Pandangan atas dari kaki-kakinya serta fungsi-fungsinya seperti yang terlihat pada gambar dan masing-masing penguat dapat dipakai sarana terpisah dengan rangkaian-rangkaian luar yang belaianan tanpa saling berpengaruh.



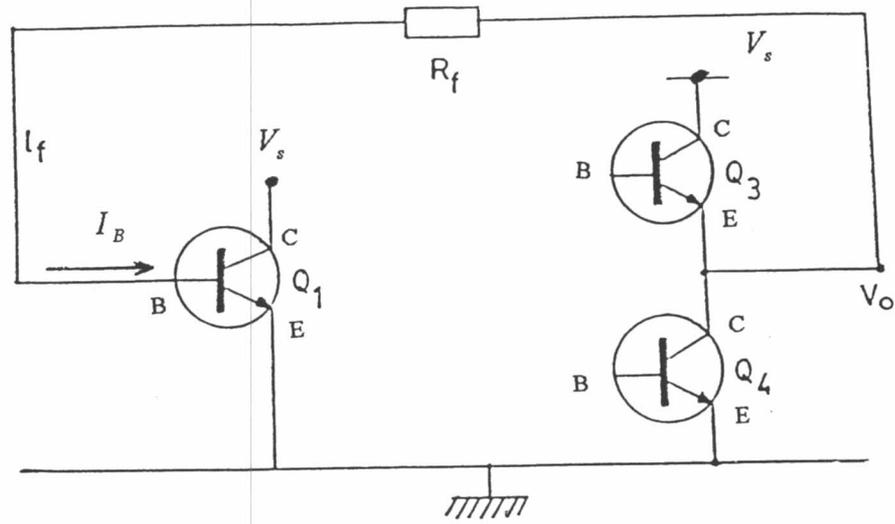
GAMBAR 24

RANGKAIAN DALAMIC LM 3900

Transistor Q_1 merupakan suatu penguat dasar dan I_2 adalah arus beban tetap yang akan memperoleh penguatan sedangkan transistor Q_3 akan menghasilkan output yang mengikuti limiter dengan arus beban tetap yang dialirkan oleh transistor Q_4 .

a. PENGUATAN DAN PENUMPUAN

Penguatan dan penumpuan IC ini sangat dipengaruhi oleh besarnya harga tahanan umpan balik (R_f) oleh karena arus searah yang mengalir dari output ke input transistor Q_1 melalui R_f .



GAMBAR 25

PENGUATAN IC LM 3900

Arus yang mengalir melalui R_f ini besarnya :

$$I_f = \frac{V_o - V_{be}}{R_f} \dots\dots\dots (4-6)$$

Jika tegangan output besarnya sama dan jauh lebih besar dari harga V_{be} maka besarnya V_{be} ini dapat diabaikan sehingga rumus diatas dapat disederhanakan menjadi :

$$I_f = \frac{V_o}{R_f} \dots\dots\dots (4-7)$$

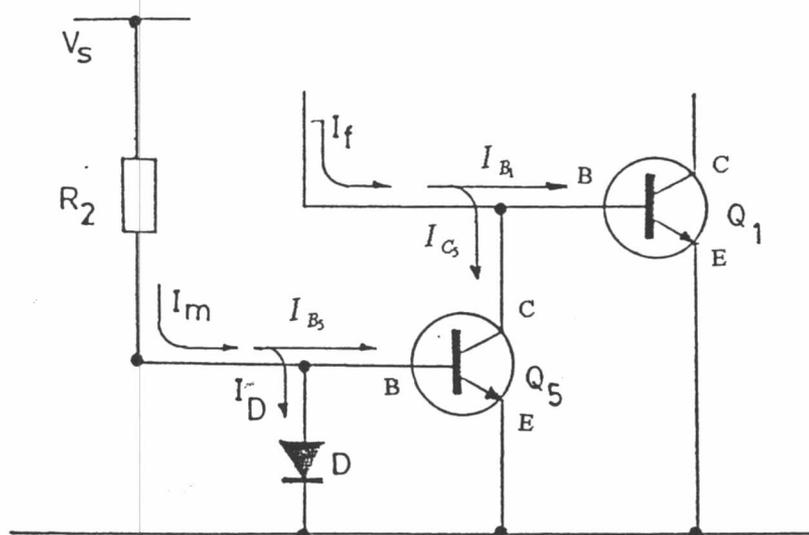
Dan

$$V_o = \frac{V_s}{2} \dots\dots\dots (4-8)$$

maka

$$I_f = \frac{V_s}{2 \cdot R_f} \dots\dots\dots (4-9)$$

Karena V_o besarnya sama dengan setengah harga tegangan sumber. Arus I_f ini mempunyai harga yang terlalu besar bagi arus base, supaya arus yang mengalir pada transistor Q_1 yaitu membagi arus I_f yang mengalir pada transistor Q_1 .



GAMBAR 26

PENUNPUAN IC LM 3900

Arus kolektor I_c yang mengalir pada transistor Q_5 ini hampir seluruhnya dari arus I_f dan arus I_c tersebut diatur oleh arus base dari transistor Q_5 . Dan arus base yang mengalir pada transistor Q_5 ini dihasilkan dari tegangan sumber yang mengalir melalui tahanan R_2 , akan tetapi arus yang mengalir terlalu besar untuk arus base yang dibutuhkan maka arus tersebut sebagian besar disimpangkan melalui dioda D sehingga arus yang mengalir melalui dioda D sama dengan I_c .

Jika R_2 dihubungkan dengan sumber tegangan maka :

$$I_D = \frac{V_s}{R_2}$$

Karena I_D sama dengan I_C maka secara efektif iapun sama besarnya dengan I_f . Jadi I_D merupakan suatu cermin dari arus I_f sehingga arus I_D sering disebut I_m .

maka :

$$I_m = \frac{V_s}{R_2} \dots\dots\dots (4-10)$$

dan

$$I_f = \frac{V_s}{2.R_f} \dots\dots\dots (4-11)$$

Jadi

$$\frac{V_s}{R_2} = \frac{V_s}{2.R_f}$$

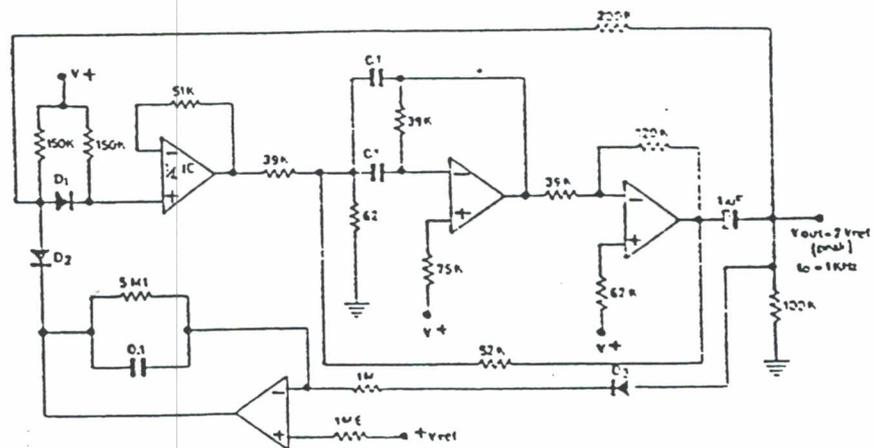
Sehingga :

$$R_2 = 2R_f \dots\dots\dots (4-12)$$

Semua ini didasarkan pada $V_0 = \frac{V_s}{2}$ sehingga hubungan antara kedua tahanan tersebut diatas akan menghasilkan tegangan output sebesar harga diatas.

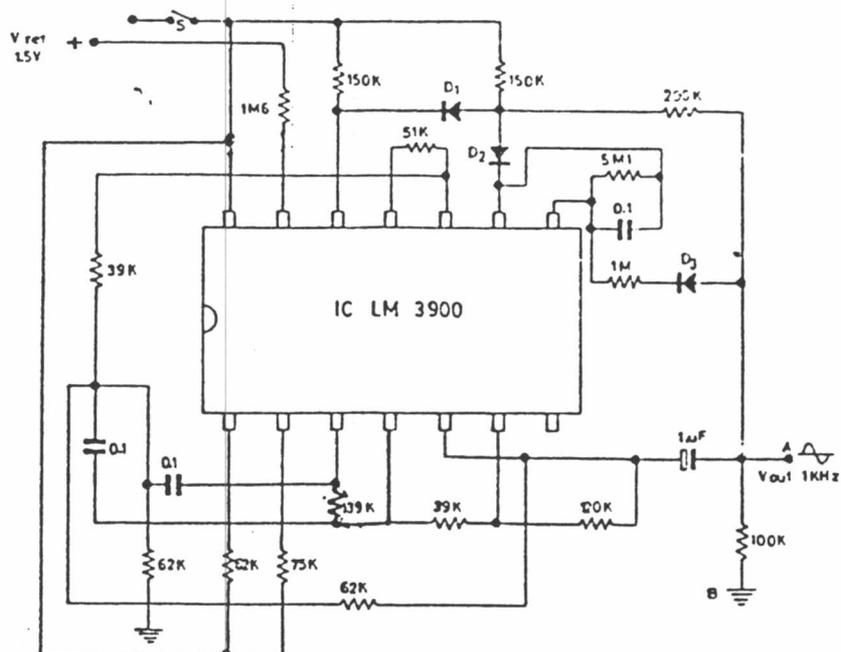
b. OSILATOR NADA

Osilator nada merupakan indikator untuk mengetahui letak gangguan konduktor putus dengan metoda jembatan arus bolak balik. Untuk osilator nada ini dengan menggunakan sebuah IC LM 3900 yang berisi 4 (empat) buah Op-Amp. Rangkaiannya cukup sederhana tanpa menggunakan kumparan seperti terlihat pada gambar.



GAMBAR 27

OSILATOR NADA 1000 HERTZ TANPA KUMPARAN



GAMBAR 28

RANGKAIAN OSILATOR NADA DENGAN
MENGUNAKAN SEBUAH IC LM 3900

Osilator ini menghasilkan gelombang Simusoida dengan frekwensi sekitar 1000 Hertz dengan tegangan output dua kali tegangan referensi.