

BAB III

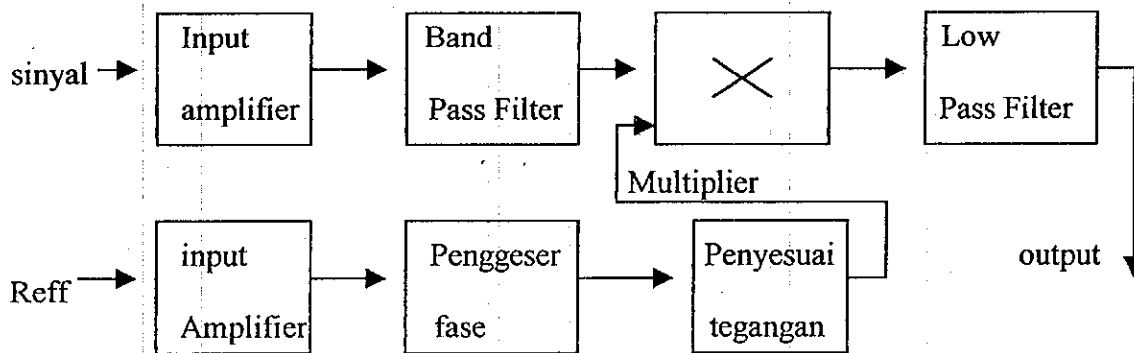
RANCANGAN LOCK-IN AMPLIFIER

3.1. Gambaran Umum Sistem Kerja Lock-in Amplifier

Prinsip utama yang akan kita lakukan pada pengolahan sinyal adalah untuk meningkatkan faktor S/N. Pengolahan ini didasarkan pada penghilangan gangguan yang ada pada sinyal yang kita terima. Karena sinyal yang kita terima mengandung spektrum yang tidak hanya terdiri dari spektrum asal, tetapi juga mengandung spektrum lain yang biasanya mengurangi kualitas sinyal yang kita terima. Ini bisa kita hilangkan dengan cara menapisnya pada pengolahan sinyal tersebut.

Pengolahan sinyal dengan mengalikan dua sinyal masukan, yaitu dari keluaran PSD dan dari sinyal referensi, dapat dilakukan dengan menggunakan penguat pengunci. Pengolahan sinyal pada penguat pengunci, selain memfilter frekuensi, juga memfilter fase yang tidak sesuai dengan fase sinyal sumber (sinyal yang kita inginkan). Keluaran dari penguat pengunci mempunyai harga maksimum pada frekuensi dan fase yang sama, yang berbentuk sinyal dc.

Diagram blok dari penguat pengunci adalah sebagai berikut (Susilo, 1984) :

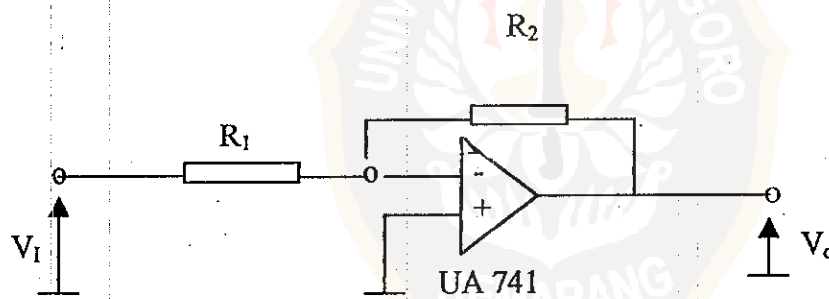


Gambar 3.1.

Diagram blok penguat pengunci

3.1.1. Input Amplifier

Rangkaian input amplifier ini merupakan rangkaian penguat pembalik. Rangkaian tersebut seperti terlihat pada gambar 3.2. (Susilo, 1984)



Gambar 3.2.

Rangkaian input amplifier

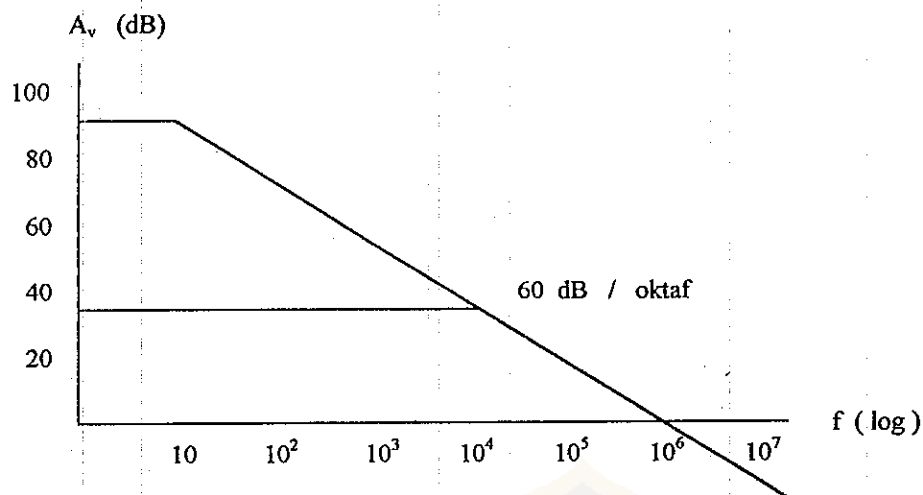
Penguat tegangan lingkaran tertutup :

$$A_{vLt} = V_o / V_i = R_1 / R_2$$

$$R_{\text{input}} = R_1$$

$$R_{\text{output}} = R_2$$

Tanggapan amplitudo untuk OpAmp 741 adalah seperti gambar 3.3. (Susilo, 1994):

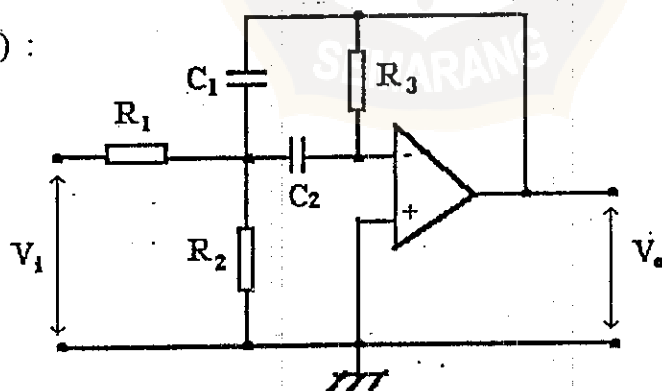


Gambar 3.3.
Tanggapan amplitudo OpAmp 741

3.1.2. Band Pass filter

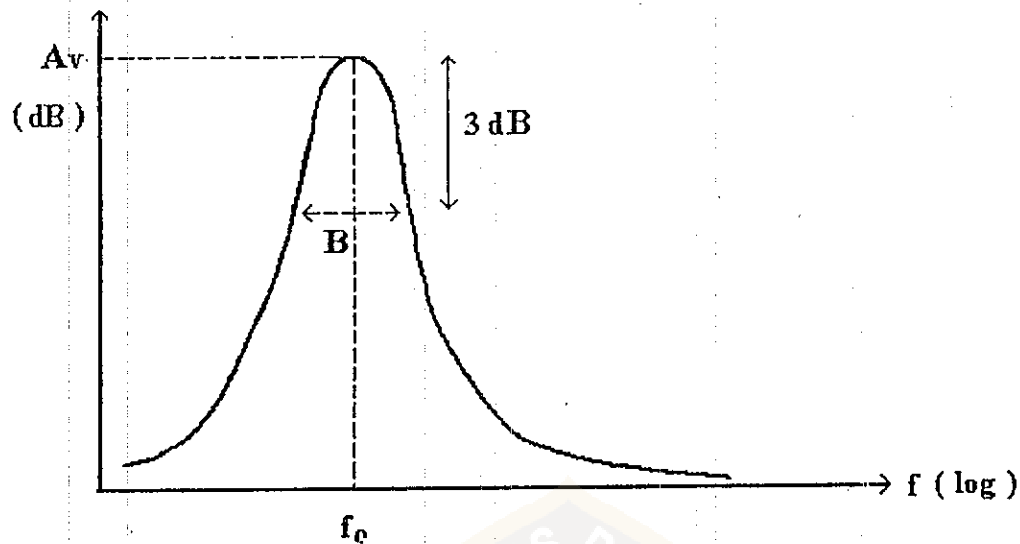
Band Pass Filter RC aktif orde dua dapat dilihat pada gambar 3.4.

(Susilo, 1994) :



Gambar 3.4.
Band Pass Filter

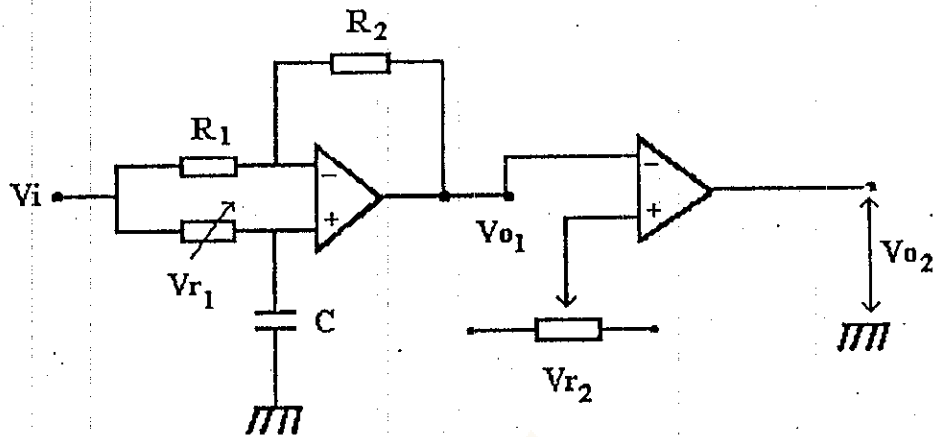
Filter ini mempunyai respons frekuensi sebagai tapis lolos pita yang dapat memiliki Q (faktor kualitas) yang besar dan bisa ditala seperti terlihat gambar 3.5. (Susilo , 1994).



Gambar 3.5.
Respons frekuensi Band Pass Filte

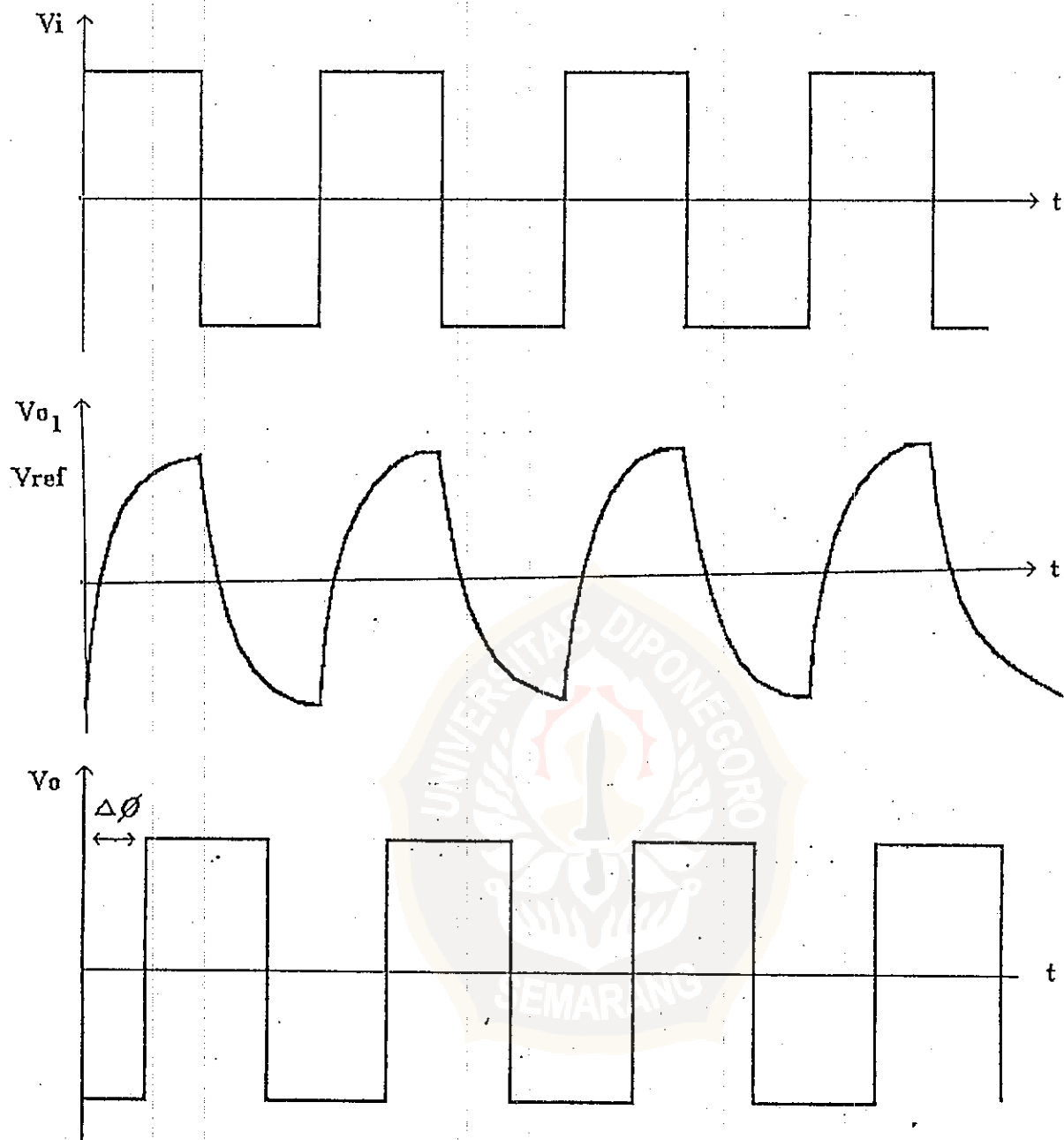
3.1.3. Penggeser fase

Rangkaian penggeser fase yang masukannya berbentuk pulsa , dapat dirancang dengan menggunakan rangkaian filter lolos rendah dan rangkaian komparator seperti gambar 3.6. (Susilo , 1994).



Gambar 3.6
Penggeser Fasa

Bentuk sinyal masukan V_i dan bentuk keluaran V_o dapat dijelaskan dengan menggunakan diagram pewaktuan sebagai berikut (Susilo, 1994) :



Gambar 3.7.

Diagram Pewaktuan

3.1.4. Penyesuaian Tegangan

Rangkaian ini adalah rangkaian penguat membalik, seperti halnya pada penguat input (gambar 3.2.). Karena penguat membalik ini akan difungsikan sebagai penyesuai tegangan, maka harga R_1 harus lebih besar dari harga R_2 , sehingga penguatannya lebih kecil dari satu. Ini dimaksudkan untuk memberi masukan pada multiplier yang tidak terlalu tinggi.

3.1.5. Multiplier

Di dalam multiplier atau pengali, sinyal yang diambil dari sampel berfungsi sebagai gelombang pemodulasi, sedang sinyal referensi sebagai sinyal pembawa.

Untuk pengujian dan analisis, baik gelombang pembawa E_r dan gelombang pemodulasi E_s akan merupakan gelombang sinus yang dapat digunakan sebagai berikut :

Gelombang pemodulasi, E_s :

$$E_s = E_{sp} \sin(2\pi f_s t)$$

Gelombang pembawa, E_r :

$$E_r = E_{rp} \sin(2\pi f_r t)$$

dimana :

E_{sp} : harga puncak gelombang pemodulasi.

f_s : frekuensi pemodulasi.

E_{rp} : harga puncak gelombang pembawa.

f_r : frekuensi pembawa.

Gelombang pembawa, E_r :

$$E_r = E_{rp} \sin (2 \pi f_r t)$$

dimana :

E_{sp} : harga puncak gelombang pemodulasi .

f_s : frekuensi pemodulasi .

E_{rp} : harga puncak gelombang pembawa .

f_r : frekuensi pembawa .

Misal E_s dihubungkan dengan masukan X sebuah multiplier, dan E_r

dihubungkan dengan masukan Y, maka tegangan keluaran multiplier V_o adalah :

$$\begin{aligned} V_o &= E_s \cdot E_r \\ &= [E_{sp} \sin (2 \pi f_s t)] [E_{rp} \sin (2 \pi f_r t)] \\ &= E_{sp} E_{rp} \sin (2 \pi f_s t) \sin (2 \pi f_r t) \end{aligned}$$

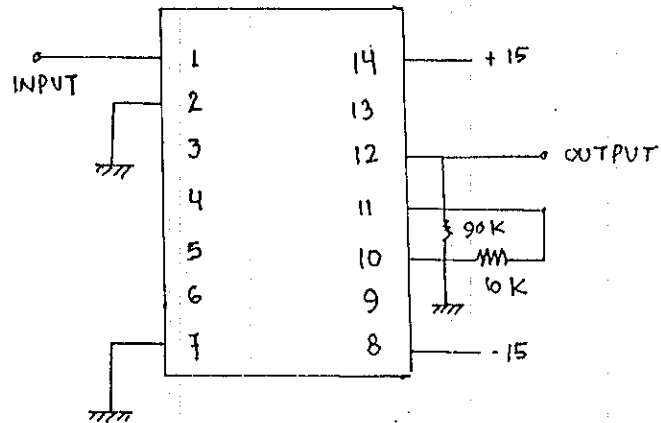
Persamaan ini merupakan suku hasil kali. Dengan menggunakan rumus trigonometri persamaan suku hasil kali dapat disederhanakan sebagai berikut :

$$\sin A \cdot \sin B = 1/2 [\cos (A + B) - \cos (A - B)]$$

Sehingga persamaan suku hasil kali dapat ditulis :

$$V_o = (E_{sp} E_{rp}) / 2 \cos (2 \pi t (f_s + f_r)) \cos (2 \pi t (f_s - f_r)).$$

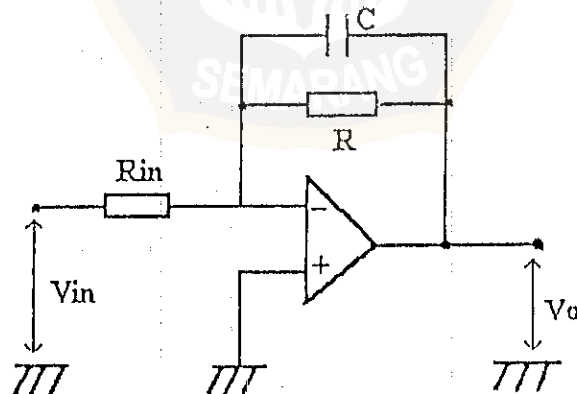
Rangkaian multiplier tersebut dapat dilihat pada gambar 3.8.berikut (M.L. Meade, 1983)



Gambar 3.8.
Multiplier

3.1.6. Low Pass Filter

Rangkaian ini dapat ditunjukkan pada gambar 3. 8. (Susilo, 1994)

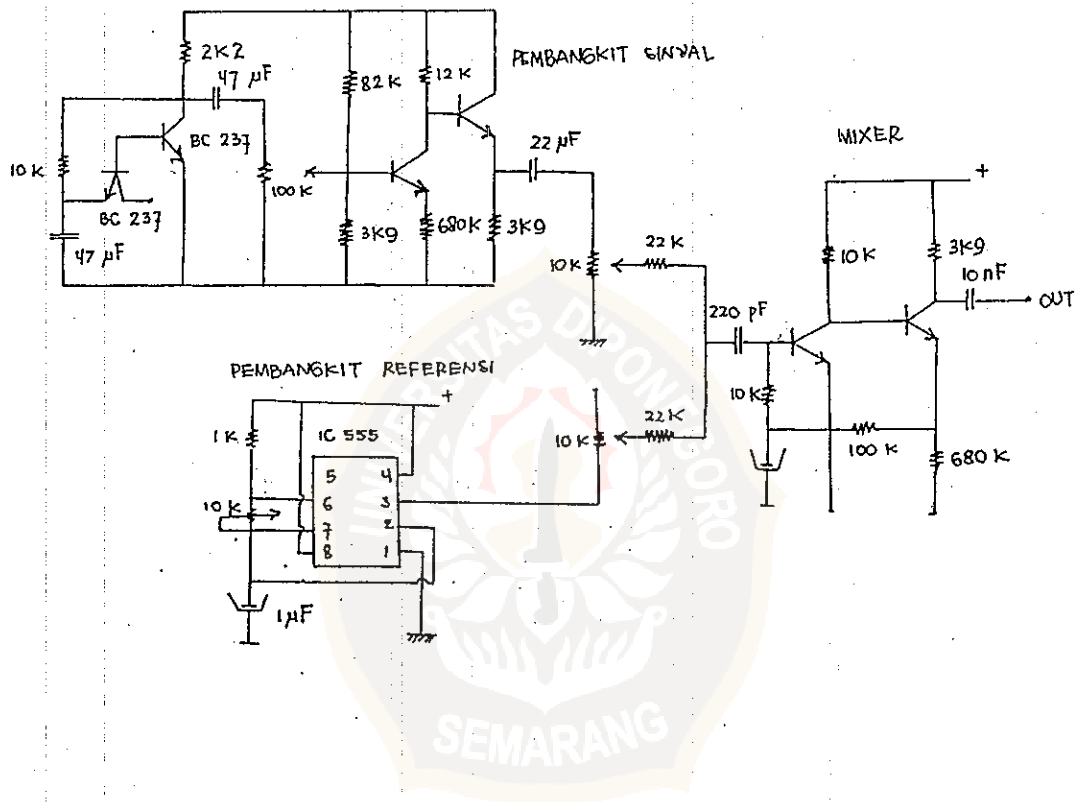


Gambar 3.9.
Low Pass Filter

Penguat tegangan dc : $V_o / V_{in} = R / R_{in}$

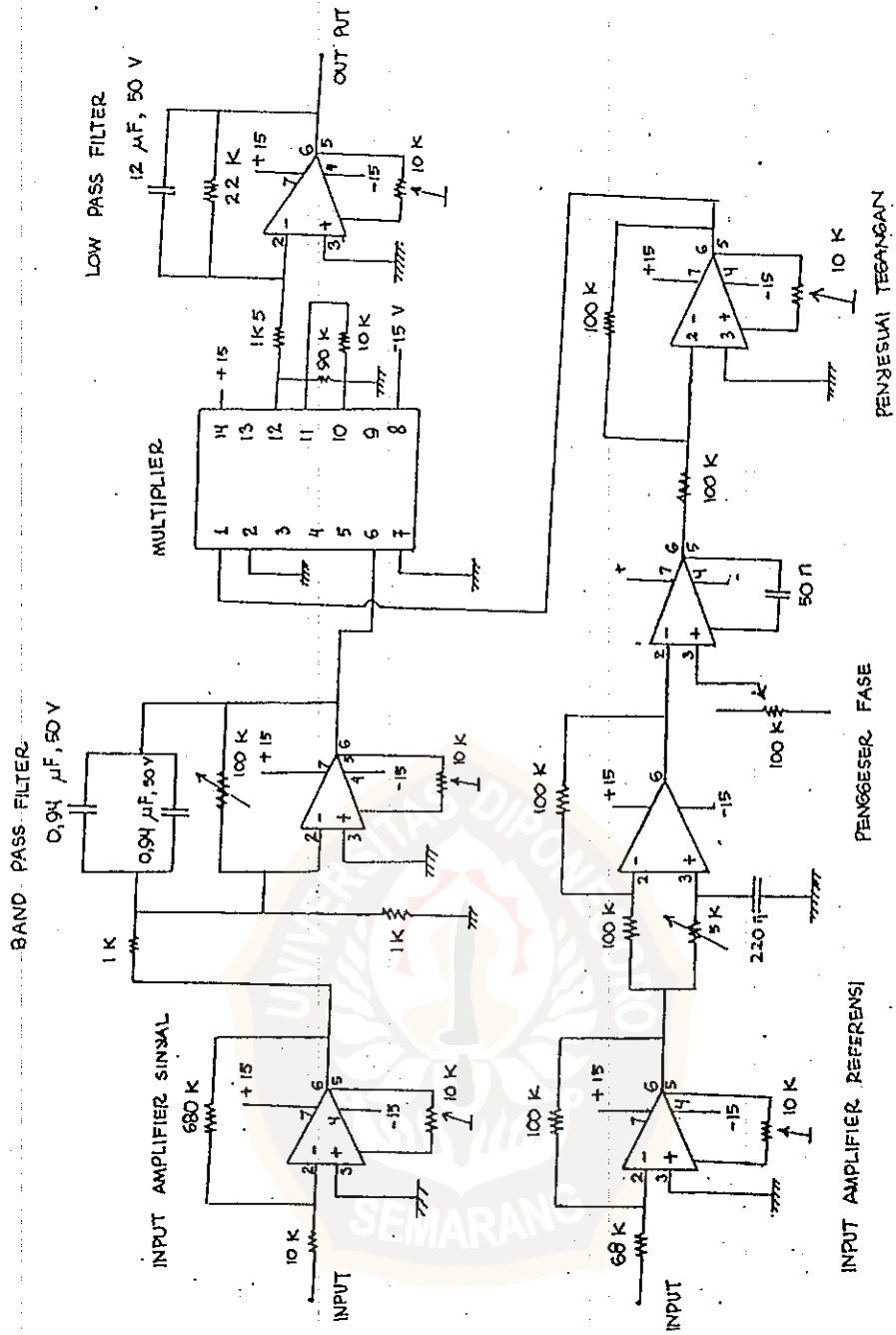
$$f_o = 1 / (2 \pi R C).$$

3.1.7. Rangkaian lengkap Penguat Pengunci dan Pembangkit Sinyal



Gambar 3.10

Rangkaian Pembangkit Sinyal



Gambar 3.11.

Rangkaian Lengkap Penguat Pengunci