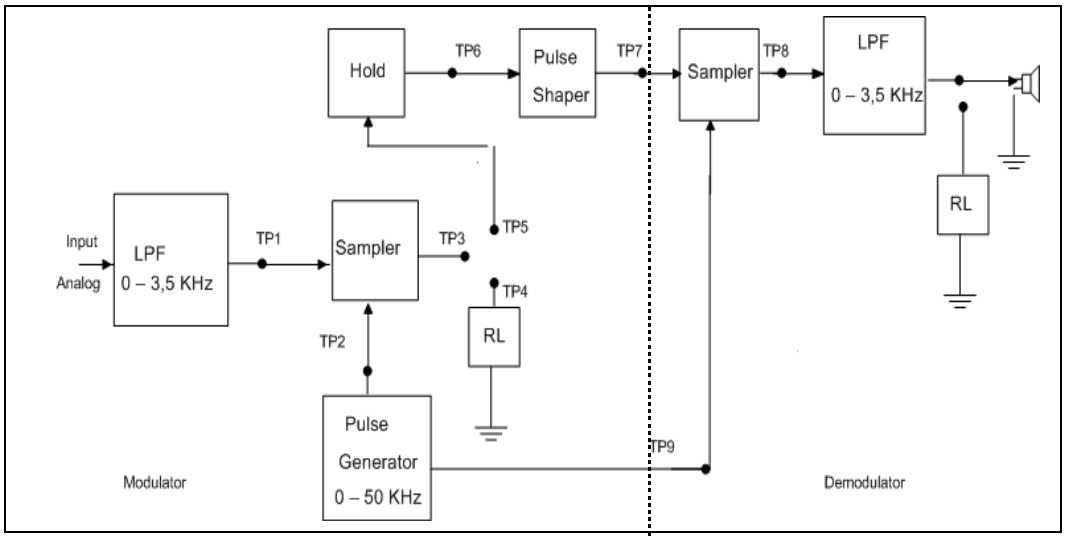
BAB III

PERANCANGAN ALAT

Dalam tugas akhir ini dirancang sebuah modulator-demodulator 4-PAM Secara garis besar sistem PAM yang dirancang dan dibuat dari 2 bagian, yaitu bagian modulator dan bagian demodulator yang masing-masing bagian terdiri dari beberapa blok rangkaian sebagai berikut :



Gambar 3.1 Blok Rangkaian Sistem 4-PAM

Perancangan rangkaian dilakukan pada beberapa blok rangkain modulator dan demodulator dengan mengacu pada teori-teori dasar rangkaian. Implementasi

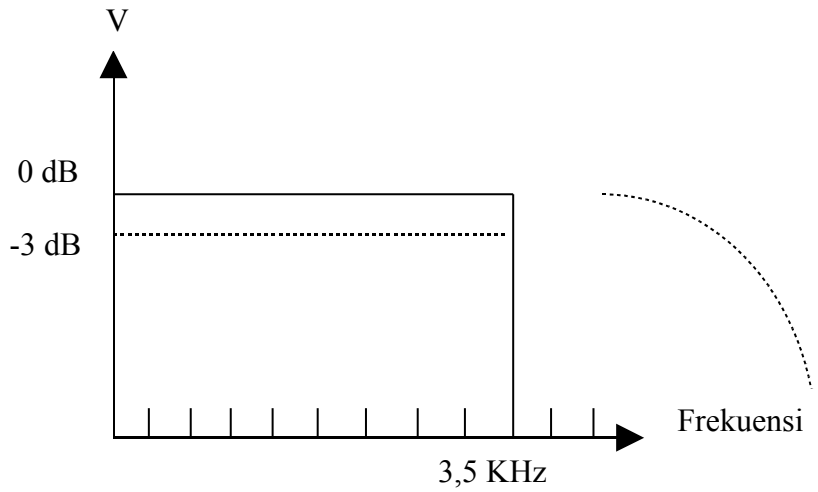
rangkaian yaitu membuat rangkain berdasarkan perancangan dalam bentuk PCB sehingga terbentuk modulator-demodulator PAM sebagai modul praktikum.

3.1 Perancangan dan Implementasi Modulator PAM

Modulator PAM merupakan suatu bagian dari system PAM ntuk mengirimkan sinyal informasi berfrekuensi 0-3500Hz. Perancangan dan implementasi Modulator PAM ini terdiri dari beberapa blok rangkaian

3.2 Perancangan LPF Aktif 3.5 kHz

Low-Pass Filter dirancang dengan menggunakan IC Op-Amp TL 072 dengan karateristik yang diinginkan sebagai berikut :



Gambar 3.2 Kurva Tanggapan Frekuensi LPF

Kurva tanggapan frekuensi LPF di atas memunjukkan bahwa :

Penguatan saat frekuensi diloloskan Ap = 3dB Pass band fp = 3,5 kHz

Penguatan saat frekuensi disumbat As = 20 dB Stop band fs = 6,2 kHz

LPF ini menggunakan orde 4 berdasarkan perhitungan sebagai berikut :

$$\varepsilon_{1=}\sqrt{10^{0,1\,Ap}-1}=\sqrt{10^{0,1x3}-1}=\sqrt{10^{0,3}-1}=0{,}4$$

$$\varepsilon_2=\sqrt{10^{0,1\,As}}=\sqrt{10^{0,1\,x\,20}}=\sqrt{10^2}=10$$

$$n_B=\frac{\log[\varepsilon_2/\varepsilon_1]}{\log[fs/fp]}=\frac{\log 10}{\log(6200/3500)}=\frac{\log 10}{\log 6200-\log 3500}=\frac{1}{0.25}=4$$

Ambil data berdasarkan tabel Butterworth low pass filter aktif untuk orde 4

Tabel 3. 1 Butterworth Active Low-Pass Filter

Orde n	C1	C2	C3
1	1.414	0.7071	
2	3.546	1.392	0.2024
3	1.082	0.9241	
4	2.613	0.3824	

Menghitung factor skala untuk menentukan nilai-nilai real dari C1,C2,C1',C2' jika RI = R2 = 1k

Faktor Skala Frekuensi (FSF) = $\frac{1}{2\pi fpR}=\frac{1}{2\pi x3500x1000}=4{,}55x10^{-8}$

Maka C1, C2, C1' dan C2' dapat dihitung dengan menggunakan table Butterworth untuk low-pass filter aktif untuk orde 4 sebagai berikut :

C1 = 1,082 x FSF = 1,082 x 4,55x10^{-8} = 49x10^{-9} ≈ 47 nF

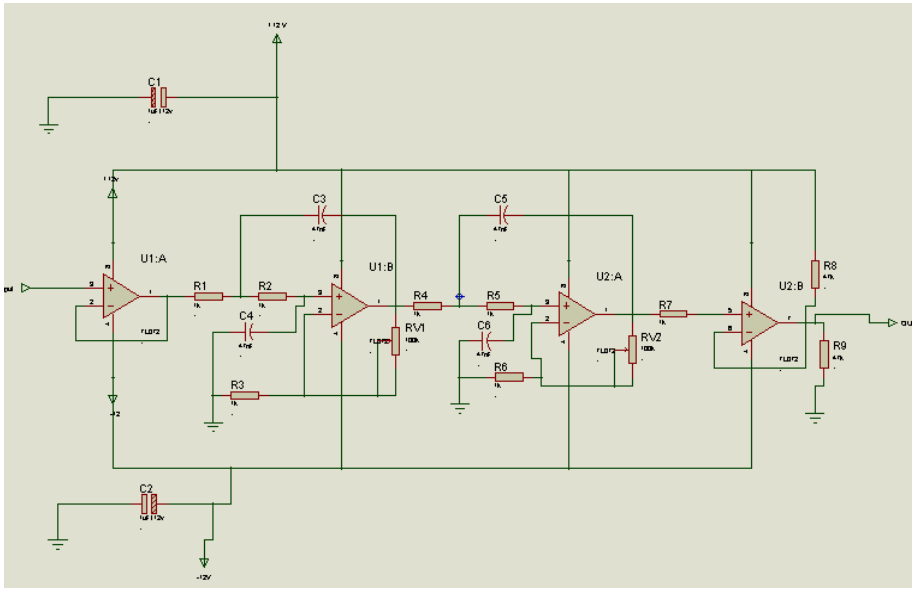
C2 = 0,9241 x FSF = 0,9241 x 4,5x10^{-8} = 42x10^{-9} ≈ 47 nF

C1' = 2,613 x FSF = 2,613 x 4,55x10^{-8} = 118nF

C2’ = 0,3825 x FSF = 0,3825 x 4,55x10^{-8} = 17x$10^{-9} \approx 22\ nF$

Untuk menyesuaikan nilai C1, C2, dan C2’ berdasarkan perhitungan C1 = 49x10^{-9} sehingga yang ada dipasaran 47 nF, juga sama dengan C2 = 42x10^{-9} maka yang ada dipasaran yang mendekati hanya 47 nF, untuk mendapatkan komponen C2’ sama seperti C1 dan C2 dari 17x10^{-9} menjadi 22 nF.

Maka rangkaian untuk LPF 3,5 kHz sebagai berikut :



Gambar 3.3 Rangkaian LPF 3,5 kHz

Terlihat pada rangkaian LPF diatas nilai kapasitor C1 dan C2 hal ini menunjukkan bahwa harga tersebut merupakan harga pendekatan untuk hasil perhitungan serta berdasarkan observasi komponen.

3.3 Generator Pulsa

Generator Pulsa berfungsi sebagai pembangkit Pulsa sehingga besar frekuensi sampling dan *duty cycle* dapat diatur disini. Pengaturan frekuensi dari 0-50 kHz dihasilkan oleh Ra dan Rb bersifat variable dalam pengaturan pengisian C1 pada rangkaian IC 555. Sedangkan untuk pengendali siklus kerja, keluaran gelombang persegi pin 3 tidak digunakan keluaran dari pin 2 yang berbentuk gelombang gigi gergaji. Kemudian gelombang gigi gergaji akan diubah menjadi gelombang persegi (Pulsa) oleh suatu rangkaian pembanding dari sebuah IC 311 sebagai komparator dengan pengaturan lebar perioda digunakan resistor variable yang dirancang untuk menghasilkan *duty cycle* 0-50%.

Jika F frekuensi maksimum yang diinginkan serta R_b dan C diketahui masing-masing 50kHz, 1k Ohm dan 12 nF, maka R_a dapat dicari melalui persamaan :

$$F = \frac{1}{T} = \frac{1}{(Ra+2Rb)C}$$

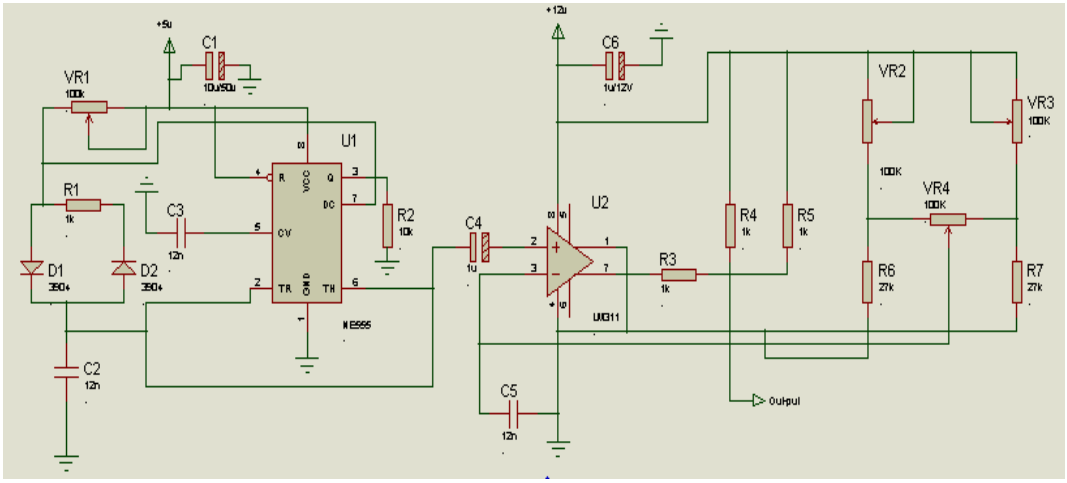
$$50x10^{3} = \frac{1}{(Ra+2x10^{3})x12x10^{-9}}$$

$$6x10^{-4}\ (Ra+2x10^{3}) = 1$$

$$(Ra + 2x10^{3}) = \frac{1}{6x\ 10^{-4}}$$

$$Ra = \frac{1}{6x\ 10^{-4}} - 2x10^{3}$$

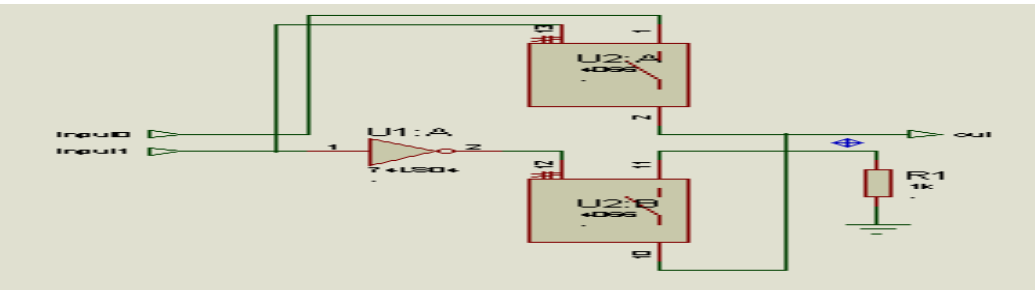
$$= -333{,}3\ Ohm$$



Gambar 3. 4 Rangkaian Pulse Generator

3.4 Sampler (pencuplik)

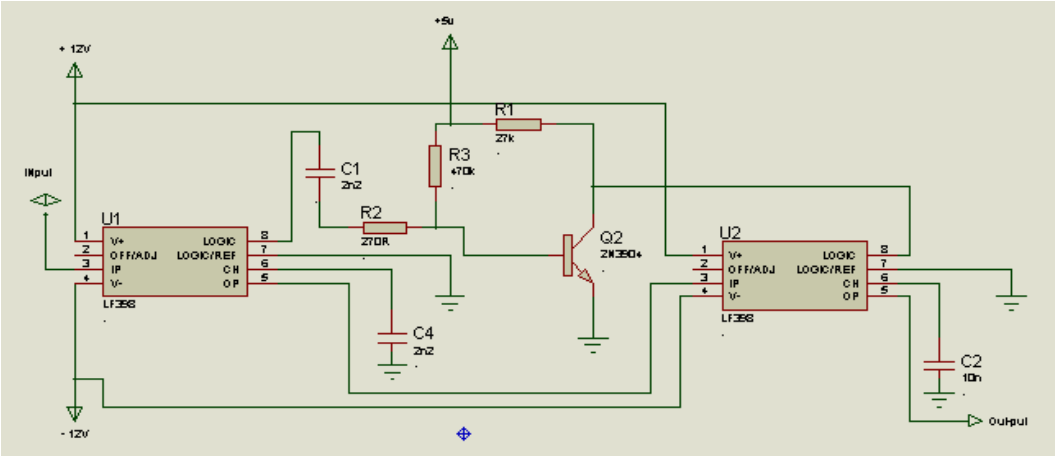
Proses *sampler* yang dilakukan bertujuan untuk menghasilkan bentuk gelombang PAM yaitu sampling alami (*natural sampling*). Sampler atau pencuplikan direlisasikan dengan menggunakan 2 buah IC yaitu SN 7404 sebagai gerbang NOT MC 14066 sebagai saklar dimana pemicunya berupa pulsa. IC 7404 dan MC 14066 dirangkai untuk difungsikan sebagai proses modulasi antara sinyal informasi sebagai sinyal pemodulasi dengan pulsa-pulsa dan bentuk gelombang sampling alami akan dipengaruhi oleh nilai resistor R1, untuk proses sampling nilai R1 adalah 1 K Ohm.



Gambar 3. 5 Rangkaian Sampler (Pencuplik)

3.5 Hold (tahan) dan Pulse Shaper

Hold adalah rangkaian yang berfungsi sebagai rangkaian pengubah gelombang sampling alami menjadi sampling dengan puncak rata. Pulse shaper merupakan rangkaian untuk menstabilkan pulsa-pulsa tetap dalam kondisi kontiyu yang terbentuk dari gelombang sampling dengan puncak rata. Rangkaian Hold dan pulse shaper direalisasikan dengan mengubah IC sample and Hold tipe LF 398 dengan mengubah nilai hold kapasitor.



Gambar 3. 6 Rangkaian Hold dan Pulse Shaper