modul 13

MODULATOR FSK

13.1 Tujuan 13-1

13.2 Dasar Teori..... 13-1

13.3 Peralatan Praktikum..... 13-5

13.4 Percobaan dan pencatatan..... 13-5

Percobaan 13-1 Modulator FSK

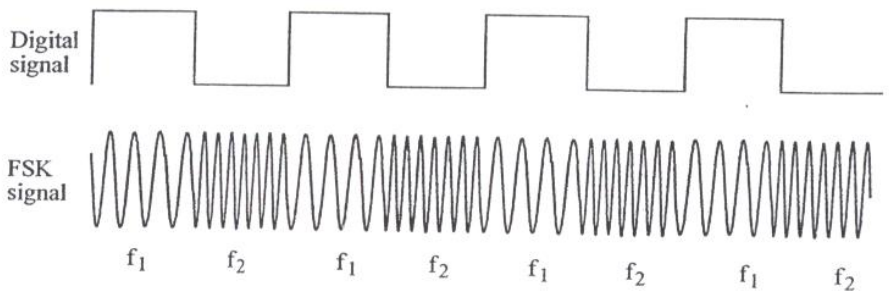
13.1. TUJUAN

1. Memahami prinsip modulasi Frequency-Shift Keying (FSK)
2. Melakukan pengukuran sinyal FSK
3. Mengimplementasikan modulator FSK menggunakan LM566

13.2. DASAR TEORI

Pada transmisi digital, *repeaters* mampu menghasilkan kembali sinyal digital dan memiliki kemampuan meminimalisir gangguan noise, dan kegunaan dari teknik encoding adalah mampu menyiapkan debugging dan menjalankan fungsi koreksi. Namun pada sinyal digital sering terjadi distorsi disebabkan karena komponen frekuensi tingginya yang mudah teratenuasi untuk transmisi jarak jauh. Untuk meminimalisis kerugian ini, dibutuhkan sebuah proses modulasi khusus. Frequency-Shift Keying (FSK) merupakan sejenis Frequency modulation dimana sinyal pemodulasinya (sinyal digital) menggeser outputnya antara dua frekuensi yang telah ditentukan sebelumya, yang biasa diistilahkan frekuensi *mark* dan *space*. Hubungan antara FSK dengan sinyal digital ditunjukkanpada Gambar 13-1. Frekuensi FSK f1 menandakan input digital High, dan f2 menandakan sinyal digital Low.

Teknik FSK banyak digunakan untuk transmisi informasi Teletype. Standar FSK sudah dikembangkan bertahun – tahun. Untuk Teletype radio, frekuensi 2124 Hz merepresentasikan *mark* atau 1, dan 2975 Hz merepresentasikan *space* atau 0.



Gambar 13-1 Hubungan antara sinyal digital dan sinyal FSK

Untuk transmisi data melalui telepon dan landlines, frekuensi yang biasa digunakan adalah sebagai berikut :

space = 1270 Hz
mark = 1070 Hz

dan

space = 2225 Hz
mark = 2025 Hz

Perhatikan bahwa perbedaan (gap) frekuensi dari sinyal FSK berkisar 200Hz.

Modulator digunakan untuk mengkonversi sinyal digital (gelombang persegi)menjadi sinyal analog yang memiliki dua frekuensi berbeda berdasarkan level inputnya. Pada percobaan ini, kita menggunakan frekuensi 1070 Hz dan 1270 Hz untuk merepresentasikan space dan mark. Sebuah Voltage-Controlled Oscillator (VCO) dengan mudah mampu menghasilkan kedua frekuensi ini. Modulator FSK praktis menggunakan VCO LM566 ditunjukka pada Gambar 13-2. Dalam kasus ini, frekuensi osilasi dari LM566 dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$f_0 = \frac{2}{R_{10}C_5}\left(\frac{V_{cc} - V_{in}}{V_{cc}}\right)$$

dimana Vcc adalah tegangan yang dimasukkan ke pin 8 LM566, dan Vin adalah tegangan kontrol VCO yang dimasukkan ke pin 5.

Jika Vcc konstan, nilai – nilai R10, C5, dan Vin ditentukan untuk menghasilkan frekuensi output fo 1072 Hz dan 1272 Hz dari LM566. Dalam praktek, batasan – batasan dalam menggunakan VCO LM566 adalah sebagi berikut :

$$2\ \text{k}\Omega \le R_{10} \le 20\ \text{k}\Omega$$

$$0.75 \le V_{in} \le V_{cc}$$

$$f_0 \le 500\ \text{kHz}$$

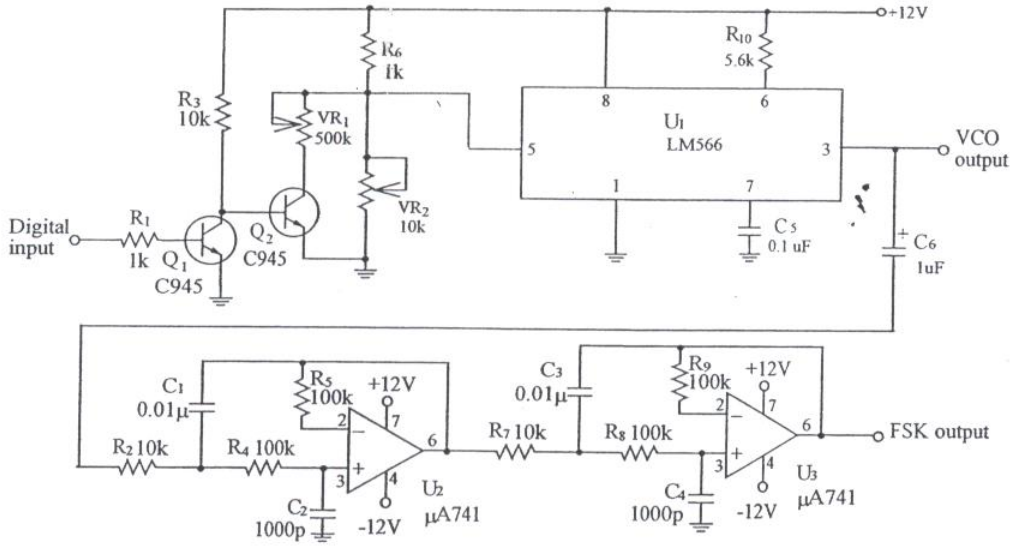
$$10\ \text{V} \le V_{cc} \le 24\ \text{V}$$

Untuk menghasilkan frekuensi 1070 Hz dan 1270 Hz dengan tepat, level input digital seperti level TTL 0V dan 5V harus dikonversi ke level tegagan yang tepat sebelum memasukkan ke input VCO. Shifter level (Q1 dan Q2) mampu melakukan hal ini. Q1 bekerja sebagai gerbang NOT. Dengan kata lain, ketika input Q1 high (5V) maka Q1bekerja dan outputnya low (sekitar 0.2V) yang menyebabkan Q2 cutoff. Jika input Q1 low (0V), maka Q1 OFF dan outputnya high (5V) sehingga Q2 bekerja. Saat Q2 OFF, tegangan input VCO adalah sebagai berikut :

$$V_1 = \frac{VR_2}{VR_2 + R_6} V_{cc}$$

dan frekuensi output VCO adalah f1. Saat Q2 bekerja, tegangan input VCO :

$$V_2 = \frac{VR_1 \,//\, VR_2}{(VR_1 \,//\, VR_2) + R_6} V_{cc}$$



Gambar 13-2 Rangkaian modulator FSK

dan frekuensi output f2. Oleh sebab itu frekuensi output f1 = 1270 Hz dan f2 = 1070 Hz dapat diperoleh dengan mengubah – ubah secara perlahan VR1 dan VR2. Baik U2 dan U3 merupakan LPF orde dua. LPF orde empat yang dibentuk dengan mengcascade filter – filter ini digunakan untuk memfilter komponen harmonik frekuensi tinggi pada output LM566 sehingga sinyal termodulasi FSK diperoleh.

Jika sinyal termodulasi FSK yang disebutkan di atas akan digunakan untuk melakukan transmisi menggunakan antena, maka dibutuhkan sebuah mixer untuk memodulasi sinyal ke range frekuensi RF.

13.3. PERALATAN PRAKTIKUM

1. Kit Modul KL-92001
2. Kit Modul KL-94003
3. Osiloskop

13.4. PERCOBAAN DAN PENCATATAN

Percobaan 13-1 Modulator FSK

☐ 1. Siapkan rangkaian modulator FSK pada kit modul KL-94003

☐ 2. Hubungkan 5 Vdc ke input sinyal digital (I/P). Dengan menggunakan osiloskop, amati frekuensi output LM566 (pin 3) dan ubah – ubah VR2 untuk memperoleh frekuensi 1070 Hz, lalu catat hasilnya pada Tabel 13-1.

☐ 3. Dengan menggunakan osiloskop, amati dan catat sinyal output FSK pada Tabel 13-1.

☐ 4. Hubungkan input sinyal digital (I/P) ke ground (0 V). Dengan menggunakan osiloskop, amati frekuensi output LM566 (pin 3) dan ubah – ubah VR2 untuk memperoleh frekuensi 1270 Hz, lalu catat hasilnya pada Tabel 13-1.

☐ 5. Dengan menggunakan osiloskop, amati dan catat sinyal output FSK pada Tabel 13-1.

☐ 6. Set output generator sinyal ke level TTL dan frekuensi 200 Hz lalu hubungkan outputnya ke input sinyal digital (I/P). Dengan menggunakan osiloskop, amati dan catat input, output LM566 (pin 3), dan sinyal output FSK pada Tabel 13-2.

☐ 7. Ubah frekuensi output dari generator sinyal ke 5 kHz dan ulangi langkah 6.

Tabel 13-1

Sinyal Input	Bentuk Gelombang Ouput LM566 (pin 3)	Bentuk Gelombang Output FSK
0 V		
5 V		

Tabel 13-2

Frekuensi Input	200 Hz	5 kHz
Bentuk Gelombang Input		
Bentuk Gelombang Output LM566 (pin 3)		
Bentuk Gelombang Output FSK		

modul 14

DEMODULATOR FSK

14.1 Tujuan 14-1

14.2 Dasar Teori..... 14-1

14.3 Peralatan Praktikum..... 14-5

14.4 Percobaan dan pencatatan..... 14-5

Percobaan 14-1 Demodulator FSK

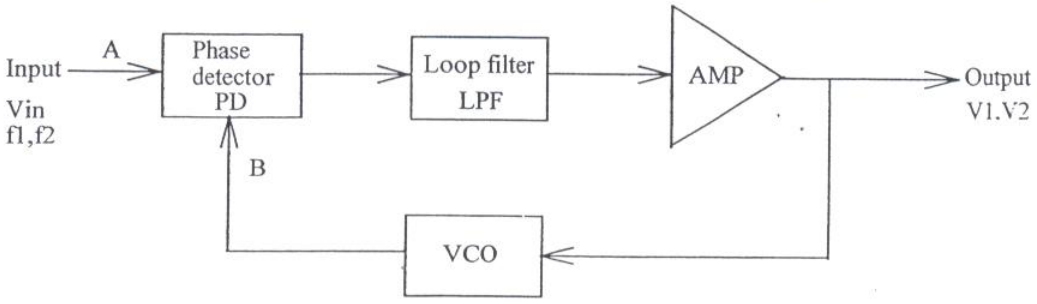
14.1. TUJUAN

1. Mengenalkan detektor Frequency-Shift Keying menggunakan Phased Locked Loop
2. Mempelajari cara desain sebuah komparator tegangan menggunakan OP AMP

14.2. DASAR TEORI

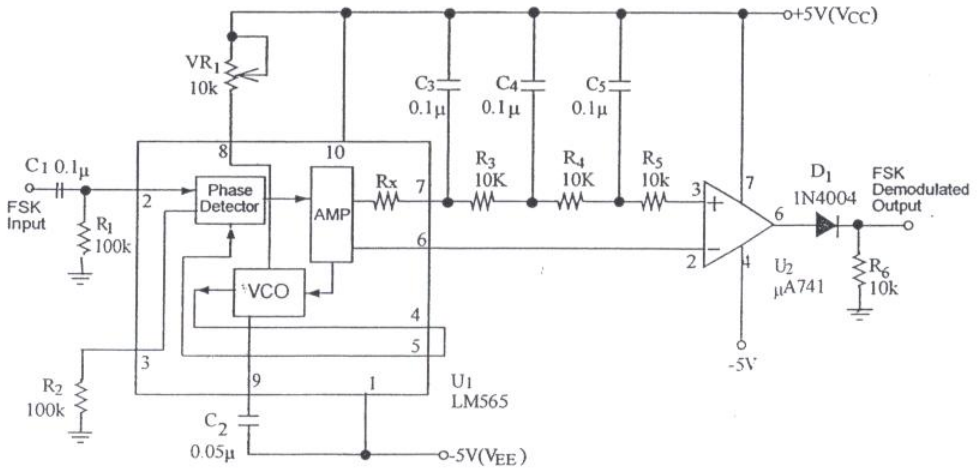
Sebagaimana dijelaskan pada Modul 13, sinyal digital dikonversikan ke sinyal FSK menggunakan modulator FSK untuk komunikasi jarak jauh. Pada bagian receiver, sebuah demodulator FSK diperlukan untuk mengembalikan sinyal digital asli dari sinyal FSK yang diterima. Phased Locked Loop (PLL) merupakan alternatif yang baik untuk melakukan fungsi tadi. Secara singkat, PLL merupakan sistem kontrol yang yang menelusuri frekuensi dan fasa dari sinyal input. Akhir – akhir ini PLL banyak digunakan sebagai demodulator dalam berbagai sistem komunikasi analog seperti demodulator AM, demodulator FM, frequency selector, dan chroma subcarrier acquisition pada penerima TV berwarna. Selain itu, telah banyak PLL digital yang dikembangkan untuk menelusuri sinyal carrier atau bit – bit yang disinkronisasi dalam sistem komunikasi digital.

Pada dasarnya, sebuah PLL meliputi tiga bagian utama : Phase Detector (PD), Loop Filter (LF), dan Voltage-Controlled Oscillator (VCO). Gambar 14-1 menampilkan diagram blok dari PLL.



Gambar 14-1 Diagram blok PLL

Perhatikan diagram blok PLL pada Gambar 14-1. Jika Vin mengubah frekuensi, maka perubahan yang cepat akan terjadi berupa perubahan fasa antara A dan B serta perubahan level dc pada output. Pergeseran level ini akan mengubah frekuensi VCO sehingga menjadi lock. Jika PLL digunakan sebagai demodulator FSK dan sinyal FSK dimasukkan ke input, tegangan – tegangan output V1 dan V2 akan mengacu pada frekuensi input f1 dan f2. Sehingga perubahan frekuensi input akan menyebabkan perubahan level dc pada output. Ketika output PLL dihubungkan ke input komparator tegangan yang memiliki tegangan referensi antara V1 dan V2, maka sinyal output dari komparator akan merupakan sinyal digital, atau sinyal terdemodulasi FSK.



Gambar 14-2 Demodulator FSK

Dalam praktikum ini, kita akan menggunakan PLL LM565 sebagai demodulator FSK yang ada di Gambar 14-2. PLL LM565 terdiri atas phase detector, VCO, dan penguat yang bekerja di bawah frekuensi 50 kHz. Phase detector bekerja sebagai double-balanced modulator dan VCO sebagai rangkaian integrator-Schmitt. Power supply +5V dan -5V dihubungkan ke Vcc (pin 10) dan VEE (pin 1). Sinyal FSK dimasukkan

ke input phase detector. Karena frequency multiplier tidak digunakan d dalam praktikum ini, pin 4 dan 5 dihubungkan. Output referensi (pin 6) menyediakan tegangan referensi dari komparator U2. Gabungan dari resistor internal Rx dan kapasitor eksternal C3 bekerja sebagai loop filter. Komponen – komponen waktu VR1 dan C2 menentukan free-running frequency dari VCO. Dalam mendesain menggunakan LM565, parameter – parameter pentingnya adalah sebagai berikut :

Free-running Frequency

Dalam kondisi tidak ada sinyal input, frekuensi output dari VCO disebut free-running frequency fo. Pada rangkaian Gambar 14-2, free-running frequency dari LM565 ditentukan oleh komponen- komponen waktu C2 dan VR1, dan dapat dihitung menggunakan :

$$f_0 \approx \frac{1.2}{4\ VR_1\ C_2}$$

Lock Range

Pada awalnya, PLL dalam kondisi yang sudah terkunci (lock) dan VCO bekerja pada beberapa frekuensi. Jika frekuensi input fi jauh dari frekuensi fo VCO, locking akan tetap terjadi. Ketika frekuensi input mencapai nilai frekuensi tertentu dimana PLL unlock, maka perbedaan frekuensi antara fi dan fo disebut lock range dari loop. Lock range dari LM565 dapat dihitung menggunakan :

$$f_L = \frac{8f_o}{V_c} = \frac{8f_o}{V_{cc} - V_{EE}}$$

Capture Range

Pada awalnya, loop berada dalam kondisi unlocked dan VCO bekerja pada beberapa frekuensi. Jika frekuensi input fi mendekati frekuensi fo VCO, unlocking tetap terjadi. Ketika frekuensi input mencapai nilai

frekuensi yang menyebabkan PLL berubah kondisi menjadi lock, maka perbedaan frekuensi antara fi dan fo disebut capture rang dari loop. Capture range dari LM565 dapat dihitung dengan :

$$f_C = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{2\pi \times f_L}{3.6 \times 10^3 \times C_2}}$$

Pada rangkaian Gambar 14-2, komponen – komponen R3, R4, R5, C4, dan C5 bekerja sebagai LPF untuk menghilangkan ripple dari output. Level digital dari sinyal termodulasi FSK sesuai dengan level TTL.

14.3. PERALATAN PRAKTIKUM

1. Kit Modul KL-92001
2. Kit Modul KL-94003
3. Osiloskop

14.4. PERCOBAAN DAN PENCATATAN

Percobaan 14-1 Demodulator FSK

☐ 1. Siapkan rangkaian demodulator FSK pada kit modul KL-94003. Hubungkan input vertikal dari siloskop ke output VCO (T!). Amati free-running frequency dari LM565 dan ubah – ubah VR1 untuk memperoleh frekuensi 1170 Hz.

☐ 2. Masukkan gelombang sinus 2Vpp, 1070 Hz ke terminal input (I/P). Set input vertikal osiloskop ke range dc dan amati bentuk gelombang output dan catat hasilnya pada Tabel 14-1

☐ 3. Ubahlah frekuensi input menjadi 1270 Hz dan ulangi langkah 2.

☐ 4. Lengkapi modulator FSK pada Kit Modul KL-94003. Masukkan gelombang persegi TTL 150 Hz ke input modulator FSK.

☐ 5. Hubungkan output modulator FSK ke input demodulator FSK. Dengan menggunakan osiloskop, amati dan catat bentuk gelombang output termodulasipada Tabel 14-2. Jika sinyal terdemodulasi tidak diperoleh, cek frekuensi input FSK 1070 Hz dan 1270 Hz.

☐ 6. Ubahlah frekuensi input dari modulator FSK menjadi 200 Hz. Set input vertikal osiloskop ke skala dc dan amati bentuk gelombang output serta catat hasilnya pada Tabel 14-2.

Tabel 14-1

(Vin = 2 Vpp)

Frekuensi Input	Bentuk Gelombang Input sinus	Bentuk Gelombang Output DC 5/0 Volt
1070 Hz		
1270 Hz		

Tabel 14-2

Frekuensi Input Modulator FSK	Bentuk Gelombang Input Demodulator FSK	Bentuk Gelombang Output Demodulator FSK
150 Hz		
200 Hz		