



GEBZE TECHNICAL UNIVERSITY
ENGINEERING FACULTY
ELECTRONICS ENGINEERING

ELM 361

Analog Communication Systems

MATLAB Projesi

Genlik Modülasyonu ve Demodülasyon

Name - Surname	Yağmur DERYA
Student ID	171024011

$$m(t) = 10 \cos(2\pi 25t) + 20 \cos(2\pi 50t)$$

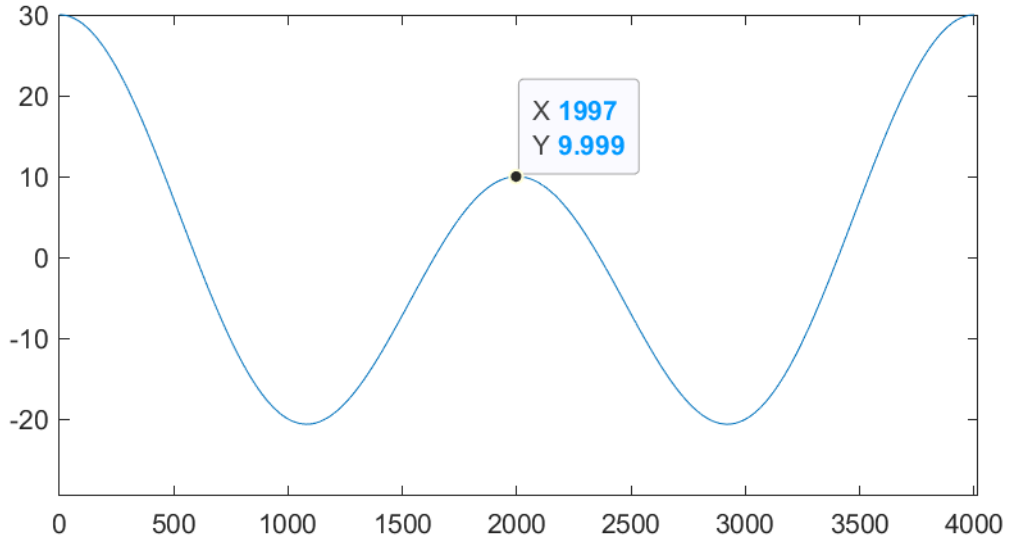
$$c(t) = 100 \cos(2\pi 250t)$$

1)

```
fs = 100000; % ornekleme frekansi
t = 0 : 1/fs : 0.04; % 1 periyodu icin zaman araligi

m = 10*cos(50*pi*t) + 20*cos(100*pi*t); % m(t)
plot(m);
```

Mesaj işaretinin 1 periyodu için MATLAB kodu.

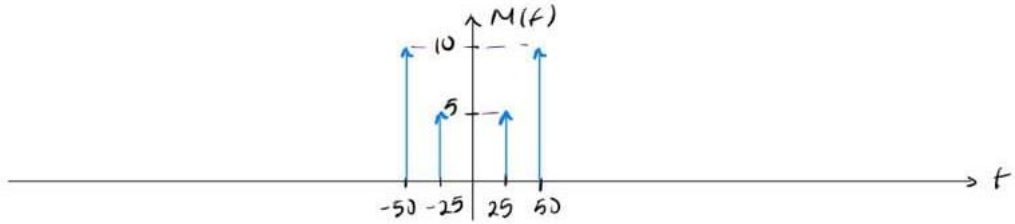


Şekil 1. Mesaj işaretinin zaman domaininde bir periyodu.

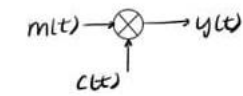
$$f_c = 25$$

$$\mathcal{F}\{m(t)\} = M(f) = \frac{10}{2} [\delta(f-25) + \delta(f+25)] + \frac{20}{2} [\delta(f-50) + \delta(f+50)]$$

$$= 5[\delta(f-25) + \delta(f+25)] + 10[\delta(f-50) + \delta(f+50)].$$

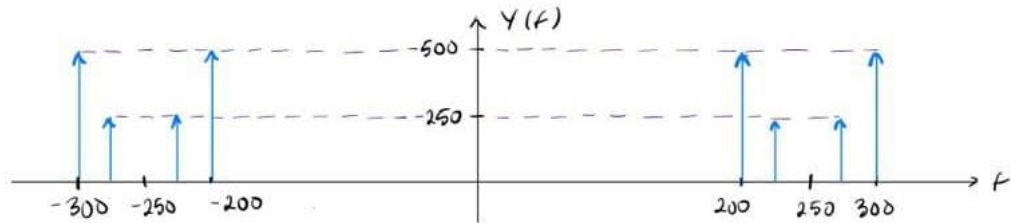


2)

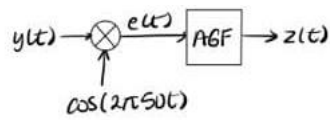


$$y(t) = m(t) \cdot c(t) = [10 \cos(2\pi 25t) + 20 \cos(2\pi 50t)] \cdot 100 \cos(2\pi 250t)$$

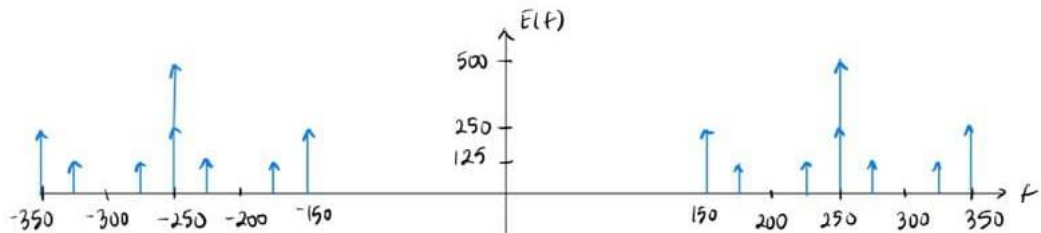
$$FS\{y(t)\} = \frac{100}{2} [M(f-250) + M(f+250)] = Y(f)$$



3)

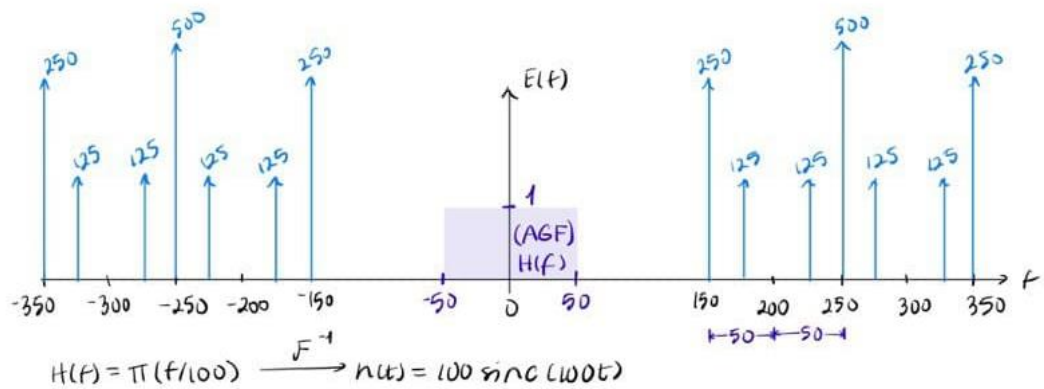


$$e(t) = y(t) \cdot \cos(2\pi 50t) \quad , \quad FS\{e(t)\} = E(f) = \frac{1}{2} [Y(f-50) + Y(f+50)]$$



4)

Bandwidth = 50 Hz.

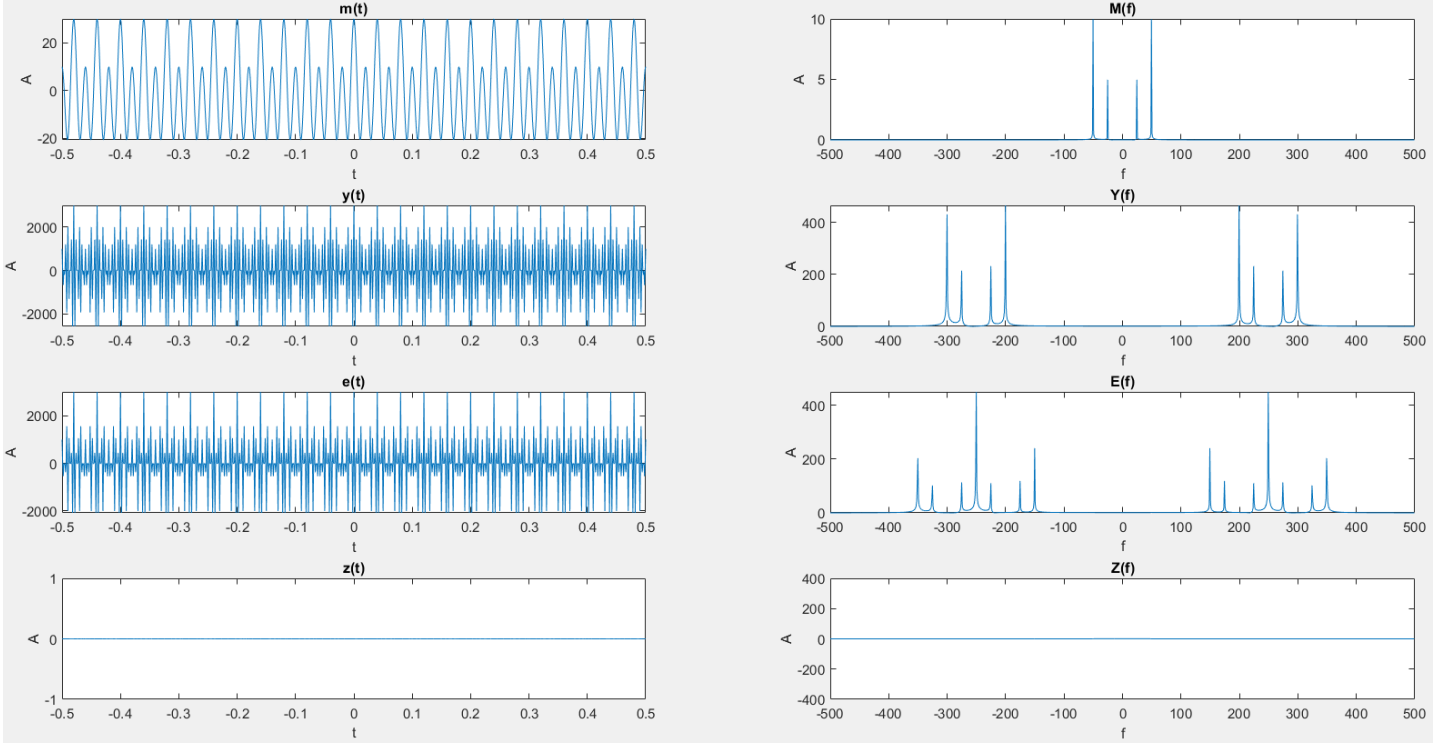


$Z(f) = H(f) \cdot E(f) = 0$ 'dır çünkü $f \leq |50|$ aralığında $E(f) = 0$ 'dır.

$$\begin{aligned}
y(t) &= m(t) \cdot 100 \cos(2\pi 250t) \\
e(t) &= y(t) \cdot \cos(2\pi 50t) = 100m(t) \cos(2\pi 250t) \cos(2\pi 50t) \\
&= \frac{100}{2} m(t) [\cos(2\pi(250+50)t) + \cos(2\pi(250-50)t)] \\
&= 50m(t) [\cos(2\pi 300t) + \cos(2\pi 200t)] \\
e(t) &= 50m(t) \cos(2\pi 300t) + 50m(t) \cos(2\pi 200t).
\end{aligned}$$

Her iki ifade de AGF'den geçemeyeceği için demodülasyon işleminin sonucunda $z(t) = 0$ olarak bulunur, mesaj işareti $m(t)$ 'yi içermediğinden, işaret geri elde edilememiştir.

İşaretin geri elde edilebilmesi için, demodülatör taşıyıcısının frekansı artırılmalıdır. Frekans 250 olsaydı, yani taşıyıcı işareti $c(t) = \cos(500\pi t)$ olsaydı, $z(t)$, $m(t)$ 'yi içerirdi.



Şekil 2. Tüm işaretlerin zaman ve frekans domaininde grafikleri.

MATLAB Kodu

```

fs = 1000; % ornekleme frekansi
t = -0.5 : 1/fs : 0.5; % zaman araligi

%***** mesaj isareti *****
% 1 periyotta cizdirmek icin
% fs = 100000; % ornekleme frekansi
% t = 0 : 1/fs : 0.04; % 1 periyodu icin zaman araligi

m = 10*cos(50*pi*t) + 20*cos(100*pi*t); % m(t)
% plot(m);

M = fftshift(fft(m))/length(m); % 0 frekansli bileşeni merkezde göstermek icin

f_m = (fs/length(m))*(-length(m)/2 : (length(m)-1)/2); % 0 merkezli frekans araligi icin

c = 100*cos(500*pi*t); % c(t)

%***** module edilmiş isaret *****
y = m .* c; % y(t)

```

```

Y = fftshift(fft(y))/length(y); % Y(f)

f_y = (fs/length(y))*(-length(y)/2 : (length(y)-1)/2);

%***** e(t) *****
c_d = cos(100*pi*t); % demodulator taşıyıcı sinyali
e = y .* c_d; % e(t)

E = fftshift(fft(e))/length(e); % E(f)

f_e = (fs/length(e))*(-length(e)/2 : (length(e)-1)/2);

%***** h(t) *****
h = 100*sinc(100*t); % analitik olarak hesaplanarak bulundu

H = fftshift(fft(h))/length(e); % = rect(f/100)
% plot(f_e, abs(H)); % dogru sonuc elde ediliyor mu kontrol edildi

%***** z(t) *****
Z = H .* E; % Z(f) = H(f).E(f)

z = ifftshift(ifft(Z)); % Z(f)'in ters fourierinden z(t) elde edildi
f_z = (fs/length(z))*(-length(z)/2 : (length(z)-1)/2);

%***** plot *****
figure(1);

% m(t)
subplot(4,2,1);
plot(t, m);
xlabel('t');
ylabel('A');
title('m(t)');

% M(f)
subplot(4,2,2);
plot(f_m, abs(M));
xlabel('f');
ylabel('A');
title('M(f)');

% y(t)
subplot(4,2,3);
plot(t, y);
xlabel('t');
ylabel('A');
title('y(t)');

% Y(f)
subplot(4,2,4);
plot(f_y, abs(Y));
xlabel('f');
ylabel('A');
title('Y(f)');

% e(t)
subplot(4,2,5);
plot(t, e);
xlabel('t');
ylabel('A');
title('e(t)');

% E(f)
subplot(4,2,6);
plot(f_e, abs(E));
xlabel('f');
ylabel('A');

```

```
title('E(f)');

% z(t)
subplot(4,2,7);
plot(t, z);
ylim([-1, 1]); % z(t) neredeyse 0'a yakın cikiyor, gosterebilmek icin y ekseni
sinirlendirildi
xlabel('t');
ylabel('A');
title('z(t)');

% Z(f)
subplot(4,2,8);
plot(f_z, abs(Z));
ylim([-400, 400]); % Z(f) neredeyse 0'a yakın cikiyor, gosterebilmek icin y
ekseni sinirlendirildi
xlabel('f');
ylabel('A');
title('Z(f)');
```

Kaynaklar

1. <https://www.mathworks.com/help/matlab/ref/fftshift.html>