Transformata Fourier; Seria Fourier

-recapitulare-

1. Sa se calculeze si sa se reprezinte spectrul semnalelor:

a) 1

b) $\delta(t)$

c) $\delta(t-2)$

d) $x(t) = e^{j\omega_0 t}$

e) $x(t) = e^{-j\omega_0 t}$

f) $\cos(\omega_0 t)$

g) $\sin(\omega_0 t)$

h) $\cos(\omega_0 t - \varphi_0)$, unde $\varphi_0 > 0$

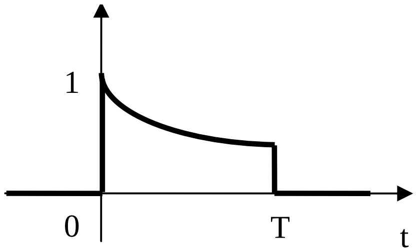
i) $\sin(\omega_0 t - \varphi_0)$, unde $\varphi_0 > 0$

j) $2 + \cos(\omega_1 t) - 3\cos(\omega_2 t)$, unde $\omega_1 < \omega_2$

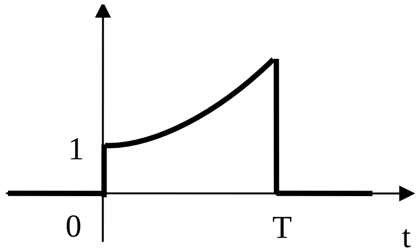
k) $2 + \cos(\omega_1 t) + 2\sin(\omega_2 t)$, unde $\omega_1 < \omega_2$

2. Folosind definitia, sa se calculeze transformatei Fourier a semnalelor (se considera a>0):

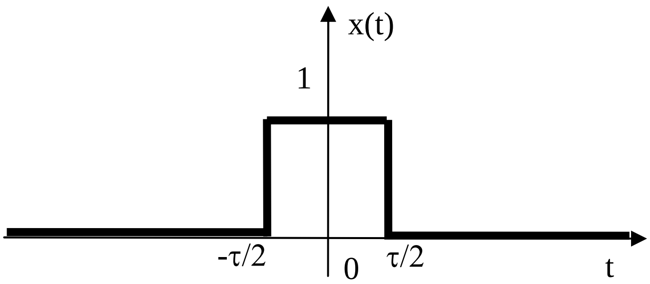
$x_1(t) = e^{-at}$



$x_1(t) = e^{at}$

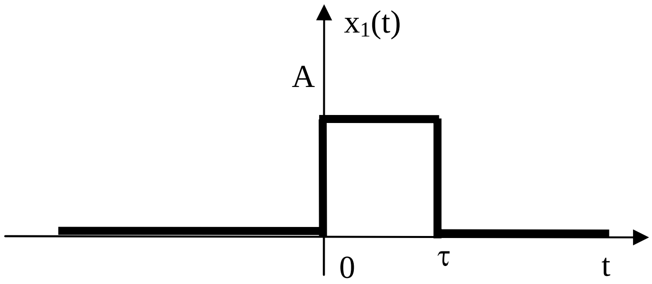


3. Sa se determine transformata Fourier a semnalului.

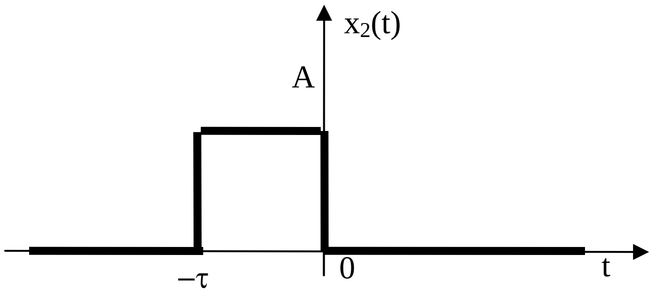


4. Folosind spectrul semnalului x(t) calculat la problema 3 si proprietatile transformatei Fourier, sa se calculeze spectrele urmatoarelor semnale:

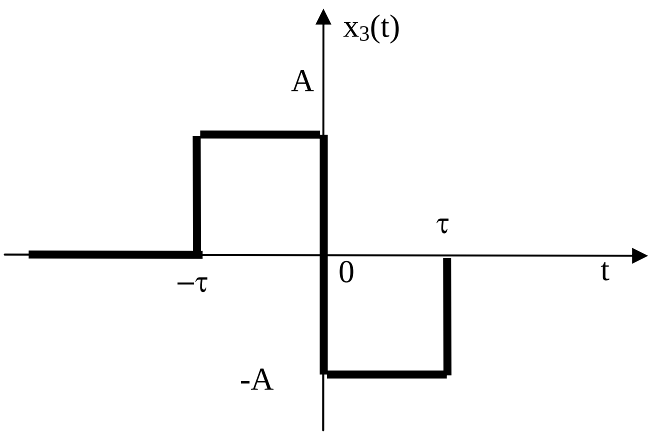
a)



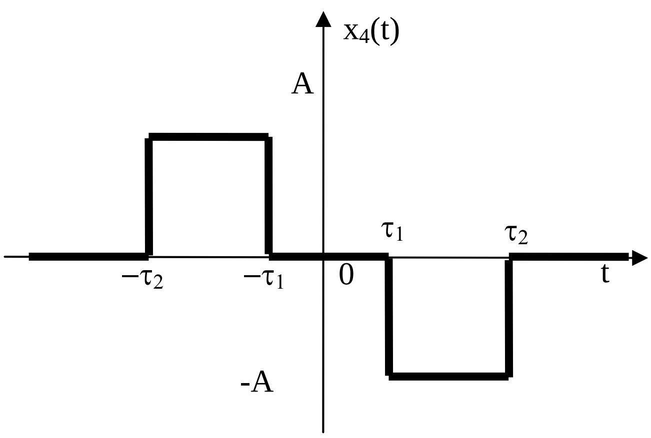
b)



c)

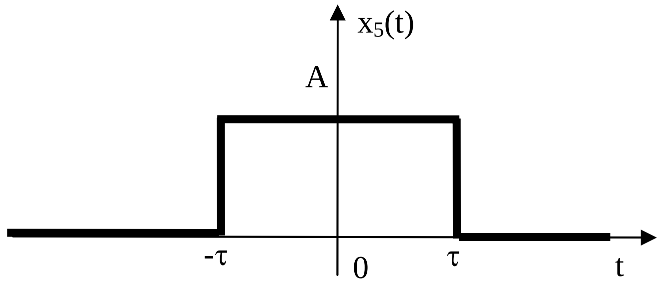


d)

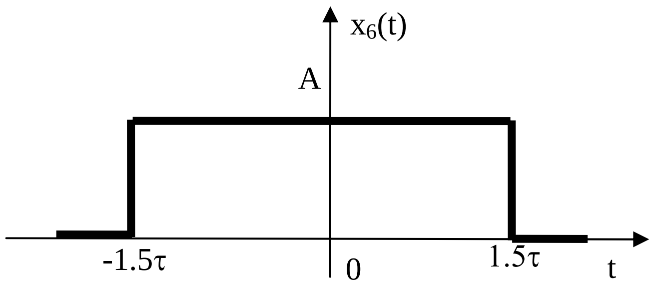


unde $\tau_2 - \tau_1 = \tau$;

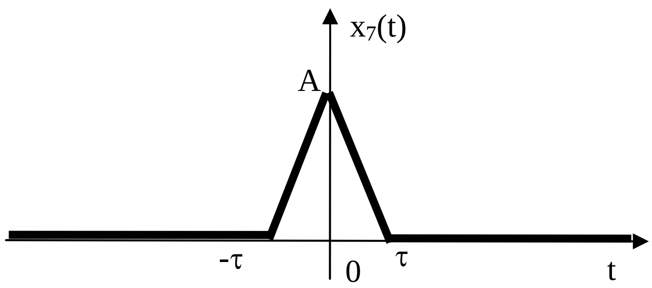
e)



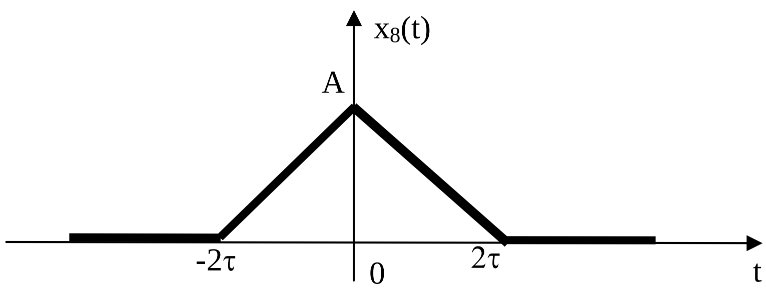
f)



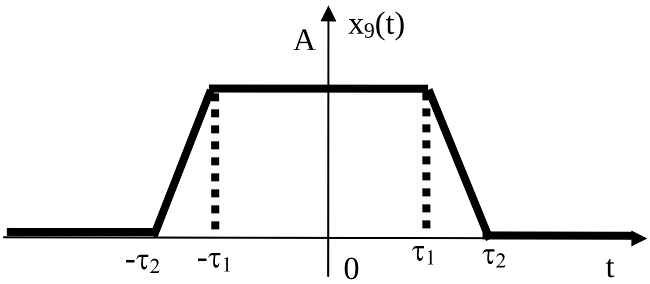
g)



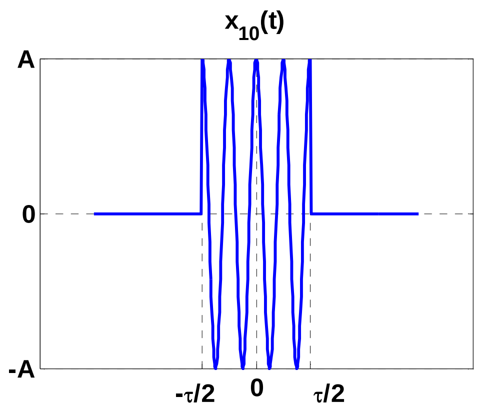
h)



i)

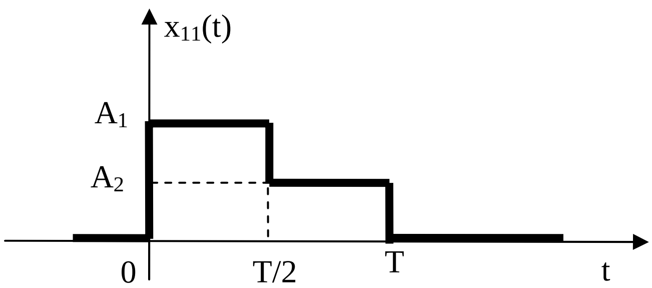


j)



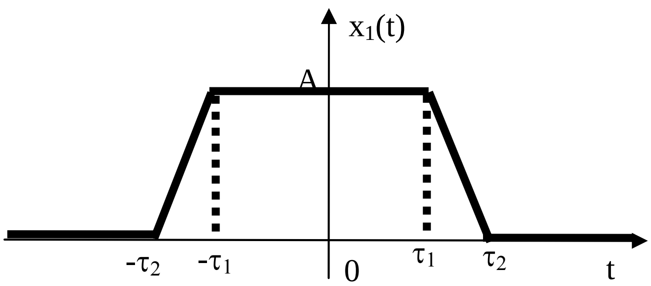
unde $\tau = 4T$, iar T reprezinta perioada cosinusului.

k)

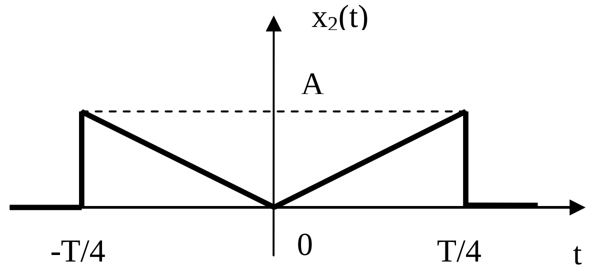


5. Sa se foloseasca proprietatea de derivabilitate a transformatei Fourier pentru a calcula transformata Fourier a semnalelor:

a)

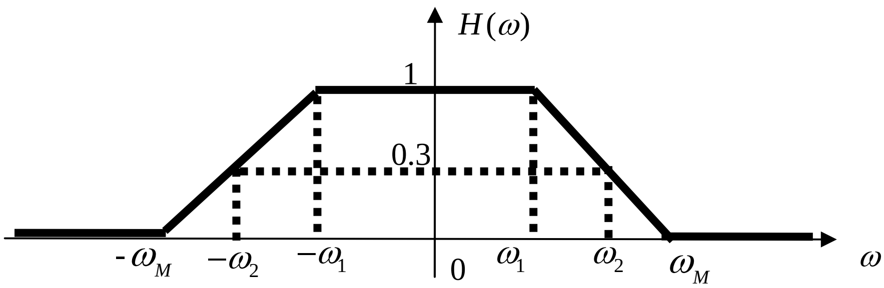


b)

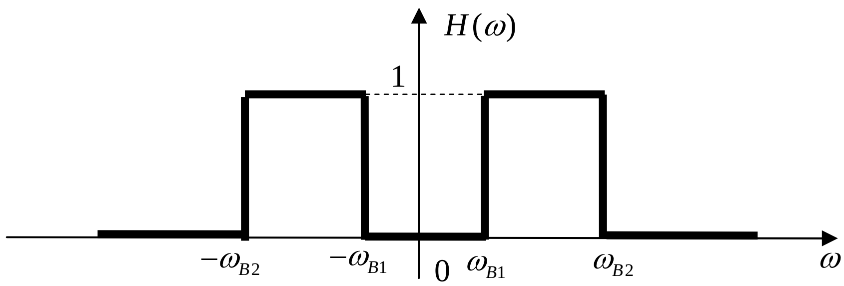


6. Se considera semnalul $x(t) = 2 - \cos(\omega_1 t) + 3\sin(\omega_2 t)$. Sa se reprezinte spectrul semnalului x(t) si sa se determine semnalul filtrat utilizand filtrele:

a)

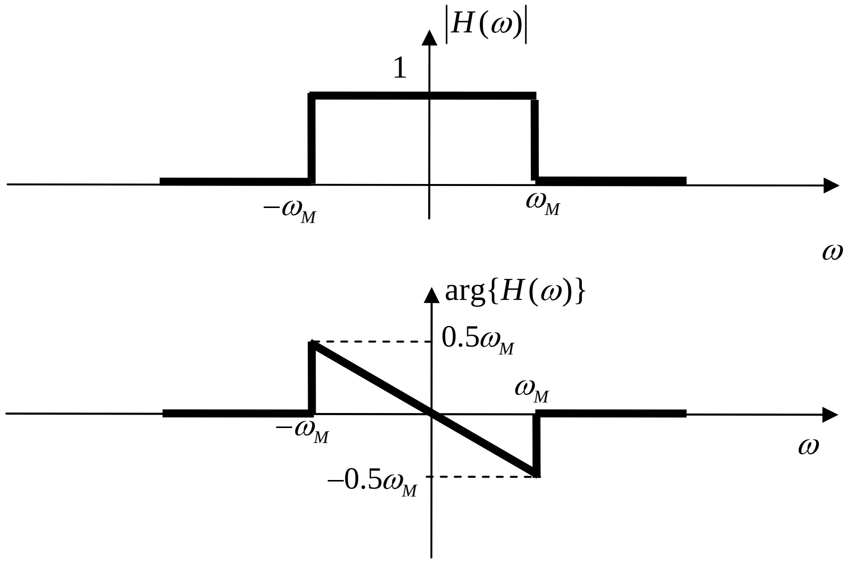


b)



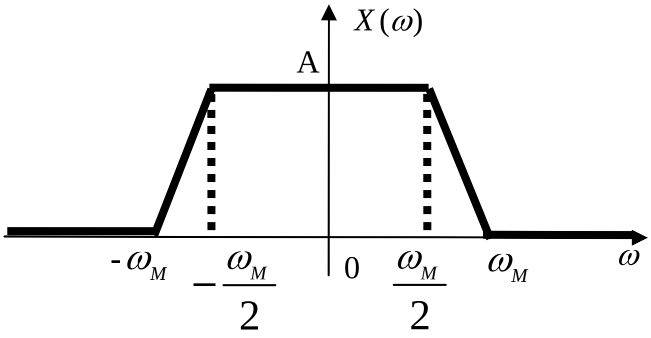
unde $\omega_{B1} < \omega_1 < \omega_2 < \omega_{B2}$.

c)



unde $\omega_1 < \omega_M < \omega_2$.

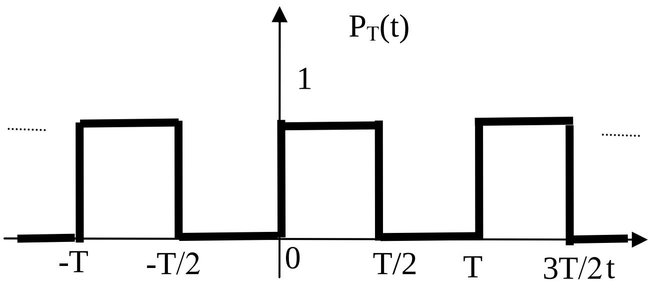
7. Se considera un semnal x(t) a carui spectru este reprezentat in figura de mai jos:



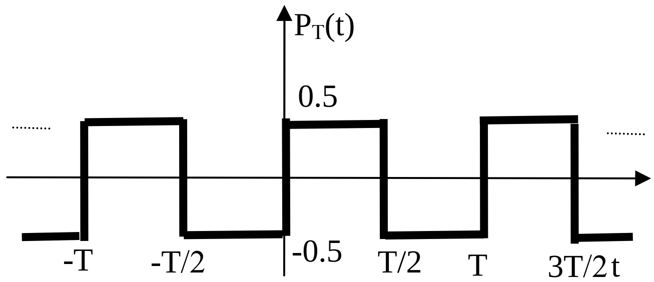
sa se reprezinte spectrul semnalulelor $x(t)e^{j\omega_0 t}$ si $x(t)e^{-j\omega_0 t}$ pentru cazurile a) $\omega_0 = 5\omega_M$ si b) $\omega_0 = \omega_M / 2$. Sa se reprezinte de asemenea spectrul semnalului $x(t)\cos(\omega_0 t)$ pentru cazurile a) $\omega_0 = 5\omega_M$ si b) $\omega_0 = \omega_M / 2$.

8. Sa se calculeze si sa se reprezinte grafic modulul spectrului semnalelor:

a)

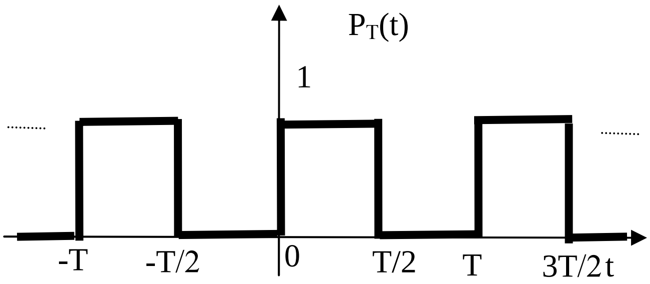


b)



Obs: spectrul semnalului din figura b) poate fi determinat folosind rezultatul obtinut la punctul a).

9. Se filtreaza semnalul $p_T(t)$, periodic, folosind un filtru ideal trece jos cu banda cuprinsa intre $(\Omega, 2\Omega)$, unde $\Omega = 2\pi / T$. Sa se determine semnalul, y(t), corespunzator iesirii filtrului.



b) Calculati iesirea, y(t), a filtrului pentru cazul in care filtrul ideal trece jos cu banda cuprinsa intre $(2\Omega, 3\Omega)$.

c) Calculati iesirea, y(t), a filtrului pentru cazul in care se foloseste un filtru ideal trece banda ideal, cu banda cuprinsa intre frecventele $[\omega_1, \omega_2]$ unde $\omega_1 = 0.5\Omega$ si $\omega_2 = 3.5\Omega$.

Semnale MA

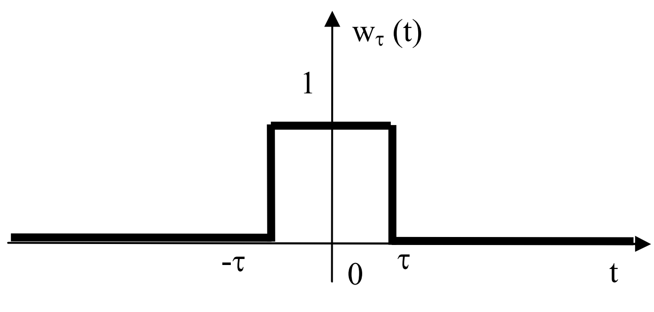
1. Calculați spectrul, indicele de modulație şi reprezentați grafic forma de undă şi spectrul de frecvență, pentru semnalele MA ($\omega_p > \omega_m$):
   a. $s_{MA}(t) = 5 \cos(\omega_m t) \cos(\omega_p t)$
   b. $s_{MA}(t) = 2 \cos(\omega_m t) \sin(\omega_p t)$
   c. $s_{MA}(t) = \sin(\omega_m t) \sin(\omega_p t)$
   d. $s_{MA}(t) = 2 (1 + \cos(\omega_m t)) \cos(\omega_p t)$
   e. $s_{MA}(t) = 3 (1 + 2 \cos(\omega_m t)) \cos(\omega_p t)$
   f. $s_{MA}(t) = (1 + 0{,}5 \cos(\omega_m t)) \cos(\omega_p t)$
   g. $s_{MA}(t) = 10 (1 + \sin(\omega_m t)) \cos(\omega_p t)$
   h. $s_{MA}(t) = 4 (1 + 10 \cos(\omega_m t)) \sin(\omega_p t)$
   i. $s_{MA}(t) = (1 + \sin(\omega_m t)) \sin(\omega_p t)$
   j. $s_{MA}(t) = 2 \cos(\omega_p t) + \cos(\omega_m t) \cos(\omega_p t)$
   k. $s_{MA}(t) = \cos(\omega_p t) + \sin(\omega_m t) \cos(\omega_p t)$
   l. $s_{MA}(t) = 2 \sin(\omega_p t) + 4 \cos(\omega_m t) \sin(\omega_p t)$
   m. $s_{MA}(t) = 2 (1 + 0{,}2 \cos(\omega_m t)) \cos(5\omega_m t)$
   n. $s_{MA}(t) = 5 (1 + 3 \cos(\omega_m t)) \cos(10\omega_m t)$
   o. $s_{MA}(t) = (1 + 5 \cos(5 t)) \cos(15 t)$
   p. $s_{MA}(t) = 3 (1 + 0{,}3 \cos(3\pi t)) \cos(25\pi t)$
   q. $s_{MA}(t) = 3 \cos(10 t) + 2 \cos(2 t) \cos(10 t)$
   r. $s_{MA}(t) = 5 \cos(20\pi t) + \sin(5\pi t) \cos(20\pi t)$
   s. $s_{MA}(t) = 2 \cos(1000 t) + \cos(100 t) \cos(1000 t)$

2. Calculați şi reprezentați grafic spectrul semnalelor MA; ce condiție trebuie să îndeplinească ω_p şi ω_m pentru a se putea realiza demodularea corectă a acestor semnale:
   a. $s_{MA}(t) = 2 (1 + 2 \cos(\omega_m t) + \sin(2\omega_m t)) \cos(\omega_p t)$
   b. $s_{MA}(t) = (2 + \cos(\omega_m t) + 0{,}5 \sin(3\omega_m t)) \cos(\omega_p t)$
   c. $s_{MA}(t) = 4 (1 + 2 \sin(\omega_m t) + 3 \cos(2\omega_m t)) \cos(\omega_p t)$
   d. $s_{MA}(t) = (1 + \sin(\omega_m t) + 0{,}1 \sin(3\omega_m t)) \cos(\omega_p t)$
   e. $s_{MA}(t) = 7 (\cos(\omega_m t) + 2 \sin(5\omega_m t)) \sin(\omega_p t)$
   f. $s_{MA}(t) = (\sin(\omega_m t) + 0{,}33 \sin(4\omega_m t)) \sin(\omega_p t)$
   g. $s_{MA}(t) = (\cos(\omega_m t) + \cos(3\omega_m t) + \cos(5\omega_m t)) \sin(\omega_p t)$

h. $s_{MA}(t) = (1 + \sin(2\omega_m t) + \cos(4\omega_m t)) \sin(\omega_p t)$

3. Calculați şi reprezentați grafic spectrul semnalelor MA:
   a. $s_{MA}(t) = 2\,(1 + 2\cos(\omega_m t) + \cos(2\omega_m t)) \cos(7\omega_m t)$
   b. $s_{MA}(t) = 3\,(1 + \cos(\omega_m t) + \sin(2\omega_m t)) \cos(3\omega_m t)$
   c. $s_{MA}(t) = (1 + 0{,}5 \sin(\omega_m t) + 0{,}25 \cos(3\omega_m t)) \cos(10\omega_m t)$
   d. $s_{MA}(t) = 4\,(1 + \cos(5\pi t) + \cos(10\pi t)) \cos(100\pi t)$
   e. $s_{MA}(t) = 2\,(1 + 0{,}2 \cos(3t) + 0{,}5 \sin(9t)) \cos(10t)$
   f. $s_{MA}(t) = (1 + 2\sin(2t) + \sin(4t)) \cos(3t)$
   g. $s_{MA}(t) = 5\,(1 + 0{,}4 \cos(7\pi t) + 0{,}2 \cos(14\pi t)) \cos(10\pi t)$

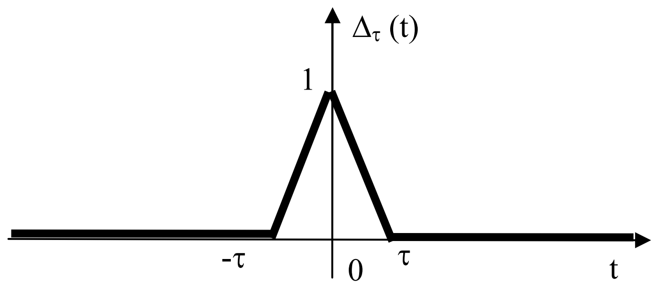
4. Calculați şi reprezentați grafic spectrul semnalelor MA având semnalul purtător $\cos(\omega_p t)$ şi semnalul modulator dat ($\omega_p > \omega_m$):
   a. $m(t) = \dfrac{\sin(\omega_m t)}{\pi t}$ schițați şi forma de undă în domeniul timp
   b. $m(t) = \dfrac{\sin\left[(\omega_p/2)t\right]}{2\pi t}$ schițați şi forma de undă în domeniul timp
   c. $m(t) = 1 + \dfrac{\sin(\omega_m t)}{\omega_m t}$ schițați şi forma de undă în domeniul timp
   d. $m(t) = 2 + \dfrac{\sin\left[(\omega_p/3)t\right]}{\omega_p t}$ schițați şi forma de undă în domeniul timp
   e. $m(t) = 2\cdot\cos(\omega_m t) + 0{,}5\cdot\dfrac{\sin(\omega_m t)}{t}$
   f. $m(t) = w_\tau(t)$ unde: $\tau > 3T_p = 6\pi/\omega_p$ reprezentați grafic şi forma de undă în domeniul timp



   g. $m(t) = w_{4T_p}(t)$ reprezentați grafic şi forma de undă în domeniul timp

h. $m(t) = w_{5T_p}(t)$ reprezentați grafic şi forma de undă în domeniul timp

i. $m(t) = \Delta_\tau(t)$ unde: $\tau > 2T_p = {}^{4\pi}/_{\omega_p}$ reprezentați grafic şi forma de undă în domeniul timp

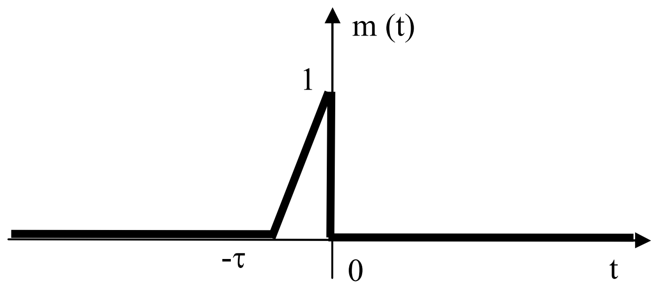


j. $m(t) = \Delta_{3T_p}(t)$ reprezentați grafic şi forma de undă în domeniul timp

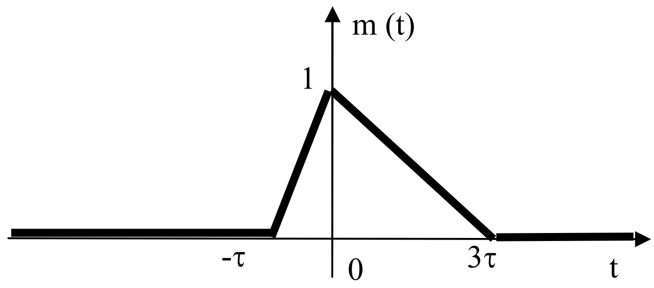
k. $m(t) = \Delta_{4T_p}(t)$ reprezentați grafic şi forma de undă în domeniul timp

l. $m(t) = \frac{d}{dt}\Delta_{5T_p}(t)$ reprezentați grafic şi forma de undă în domeniul timp

m.

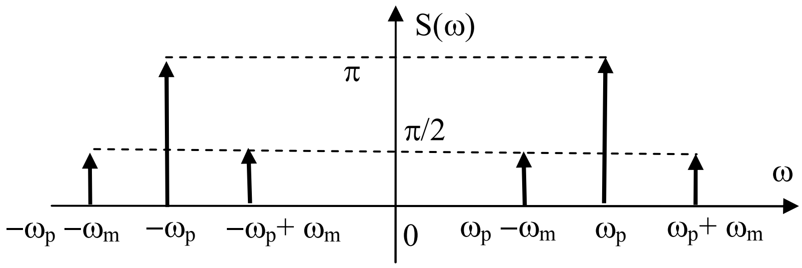


n.

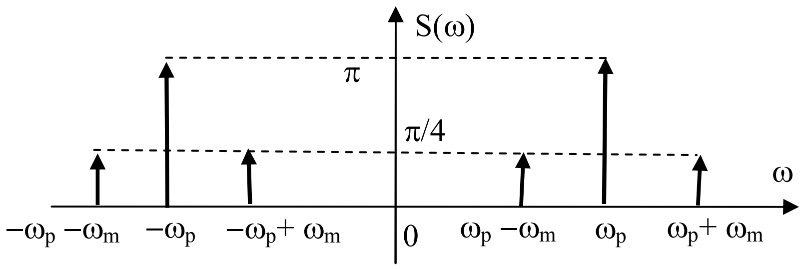


5. Calculați originalul spectrului MA, indicele de modulație şi reprezentați grafic în domeniul timp:

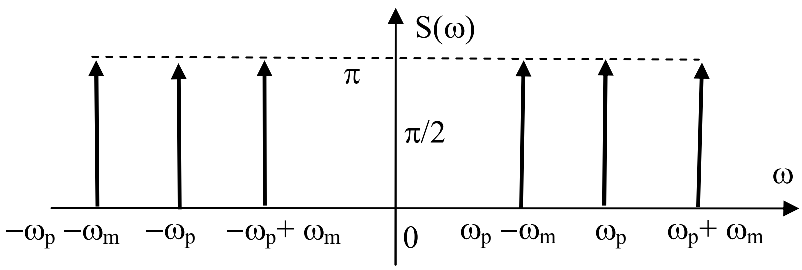
   a.



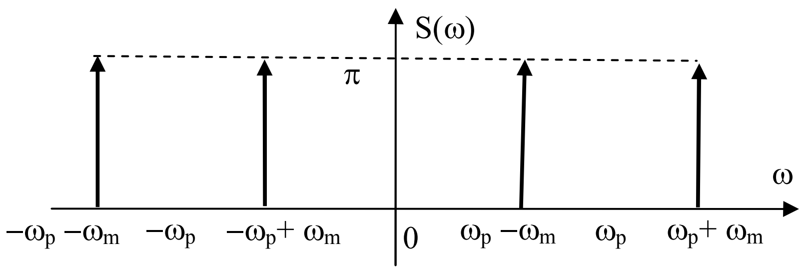
   b.



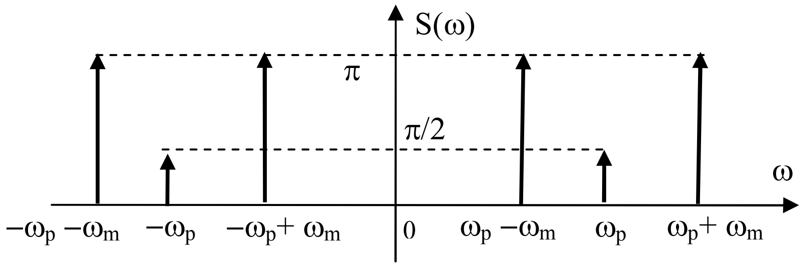
   c.



   d.

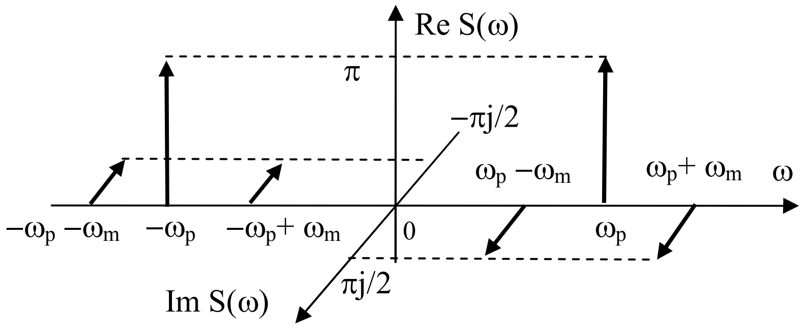


e.



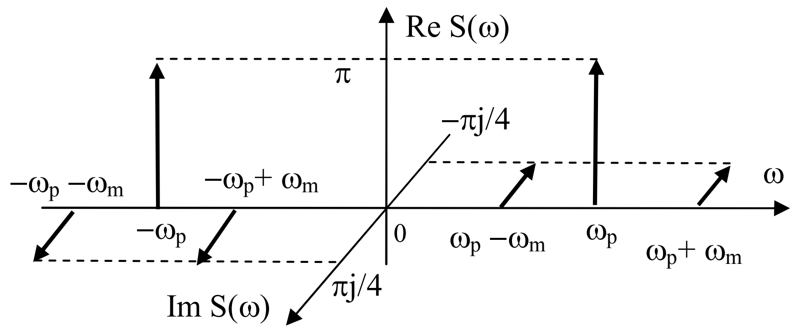
$S(\omega)$
π
$\pi/2$
ω
$-\omega_p - \omega_m$
$-\omega_p$
$-\omega_p + \omega_m$
0
$\omega_p - \omega_m$
ω_p
$\omega_p + \omega_m$

f.



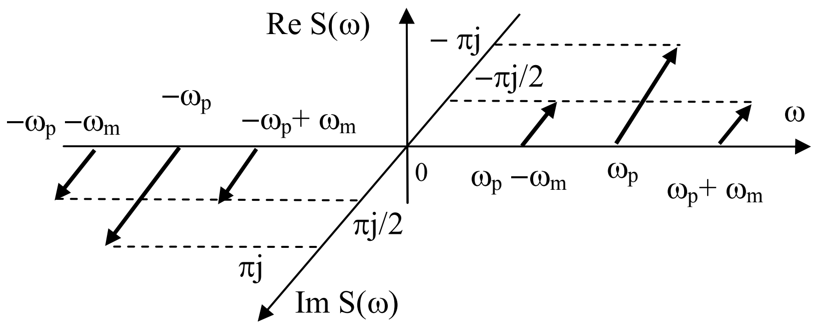
Re $S(\omega)$
π
$-\pi j/2$
$\omega_p - \omega_m$
$\omega_p + \omega_m$
ω
$-\omega_p - \omega_m$
$-\omega_p$
$-\omega_p + \omega_m$
0
ω_p
$\pi j/2$
Im $S(\omega)$

g.



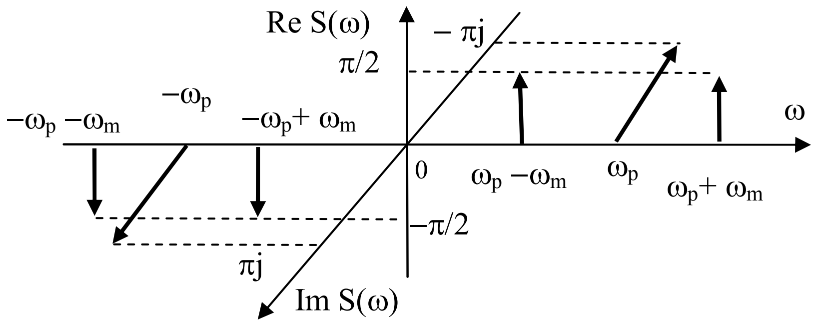
Re $S(\omega)$
π
$-\pi j/4$
$-\omega_p - \omega_m$
$-\omega_p + \omega_m$
ω
$-\omega_p$
0
$\omega_p - \omega_m$
ω_p
$\omega_p + \omega_m$
$\pi j/4$
Im $S(\omega)$

h.

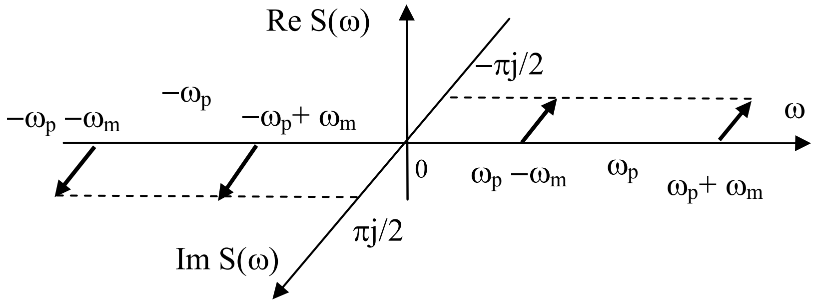


Re $S(\omega)$
$-\pi j$
$-\pi j/2$
$-\omega_p$
$-\omega_p - \omega_m$
$-\omega_p + \omega_m$
ω
0
$\omega_p - \omega_m$
ω_p
$\omega_p + \omega_m$
$\pi j/2$
πj
Im $S(\omega)$

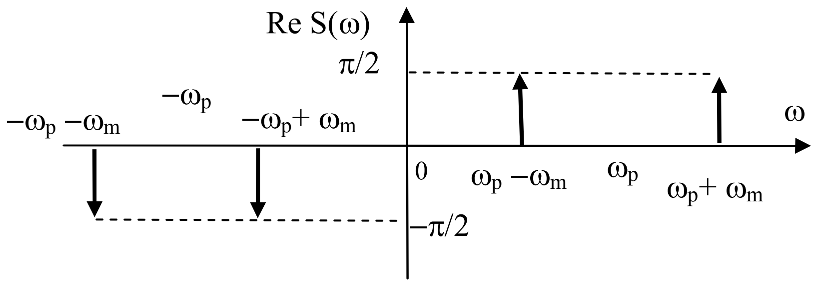
i.



j.

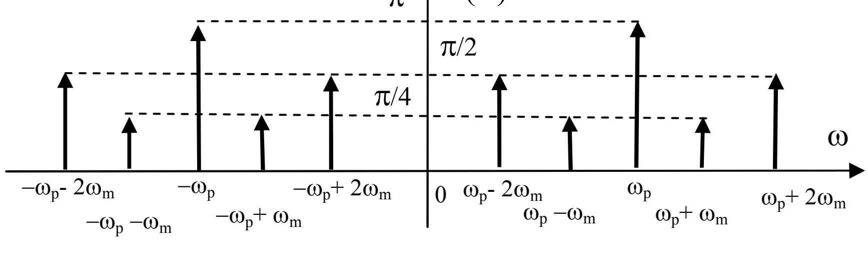


k.

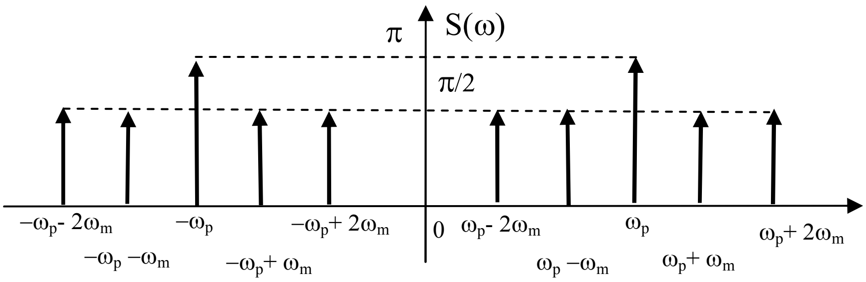


6. Calculați originalul spectrului MA (semnalul modulat, în domeniul timp):

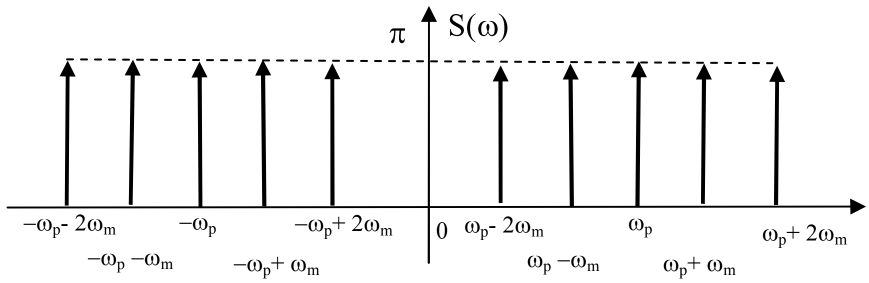
a.



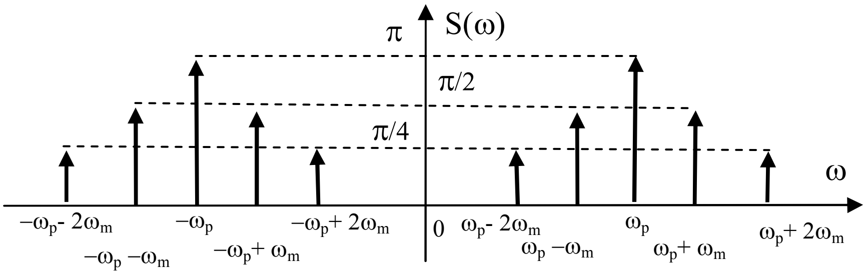
b.


π
$S(\omega)$
$\pi/2$
$-\omega_p - 2\omega_m$
$-\omega_p$
$-\omega_p + 2\omega_m$
0
$\omega_p - 2\omega_m$
ω_p
$\omega_p + 2\omega_m$
$-\omega_p - \omega_m$
$-\omega_p + \omega_m$
$\omega_p - \omega_m$
$\omega_p + \omega_m$

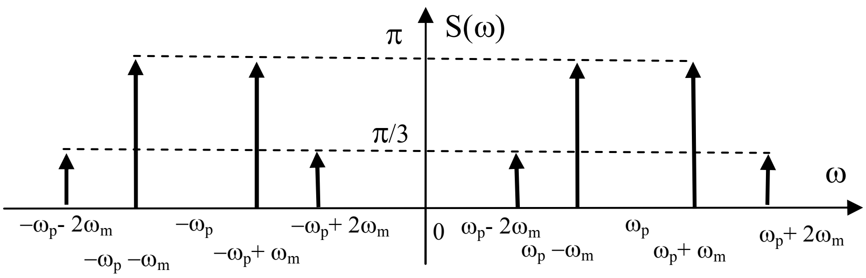
c.


π
$S(\omega)$
$-\omega_p - 2\omega_m$
$-\omega_p$
$-\omega_p + 2\omega_m$
0
$\omega_p - 2\omega_m$
ω_p
$\omega_p + 2\omega_m$
$-\omega_p - \omega_m$
$-\omega_p + \omega_m$
$\omega_p - \omega_m$
$\omega_p + \omega_m$

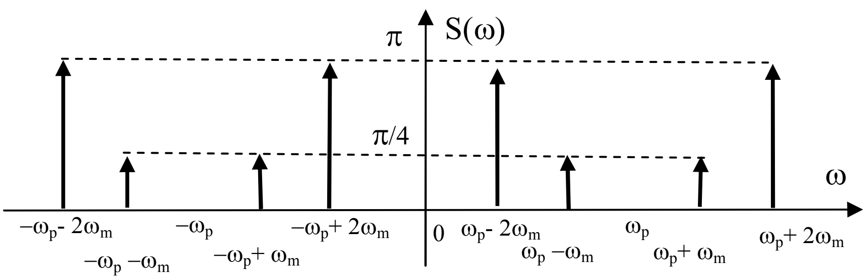
d.


π
$S(\omega)$
$\pi/2$
$\pi/4$
ω
$-\omega_p - 2\omega_m$
$-\omega_p$
$-\omega_p + 2\omega_m$
0
$\omega_p - 2\omega_m$
ω_p
$\omega_p + 2\omega_m$
$-\omega_p - \omega_m$
$-\omega_p + \omega_m$
$\omega_p - \omega_m$
$\omega_p + \omega_m$

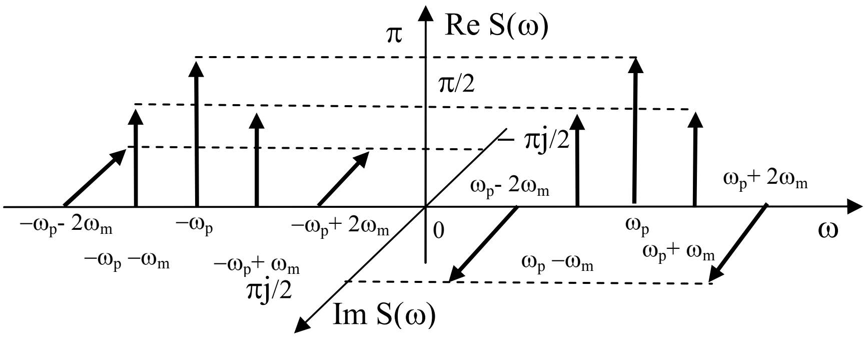
e.


π
$S(\omega)$
$\pi/3$
ω
$-\omega_p - 2\omega_m$
$-\omega_p$
$-\omega_p + 2\omega_m$
0
$\omega_p - 2\omega_m$
ω_p
$\omega_p + 2\omega_m$
$-\omega_p - \omega_m$
$-\omega_p + \omega_m$
$\omega_p - \omega_m$
$\omega_p + \omega_m$

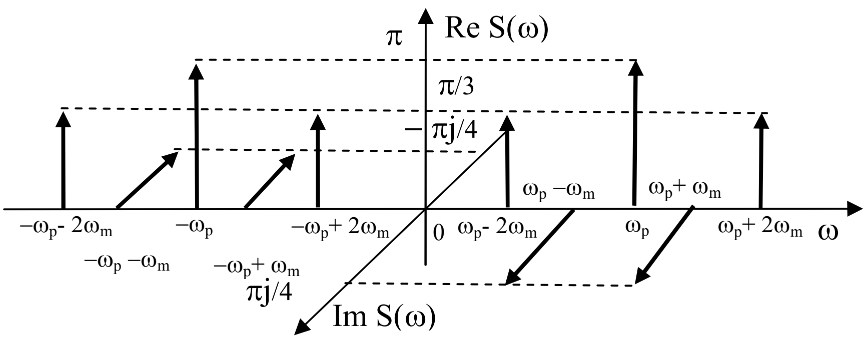
f.


π
$S(\omega)$
$\pi/4$
ω
$-\omega_p - 2\omega_m$
$-\omega_p$
$-\omega_p + 2\omega_m$
0
$\omega_p - 2\omega_m$
ω_p
$\omega_p + 2\omega_m$
$-\omega_p - \omega_m$
$-\omega_p + \omega_m$
$\omega_p - \omega_m$
$\omega_p + \omega_m$

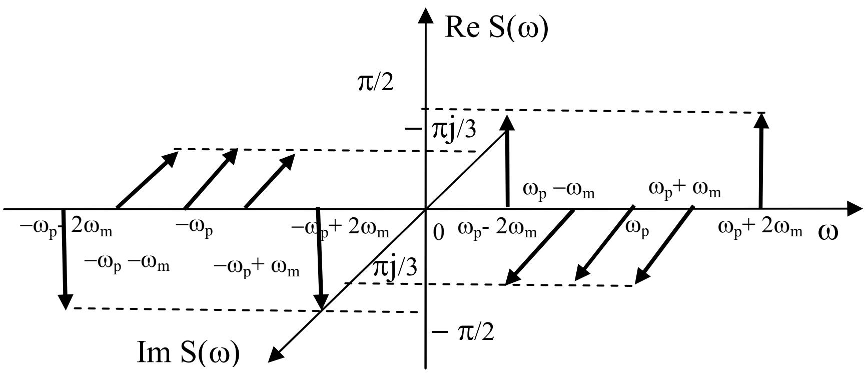
g.



h.

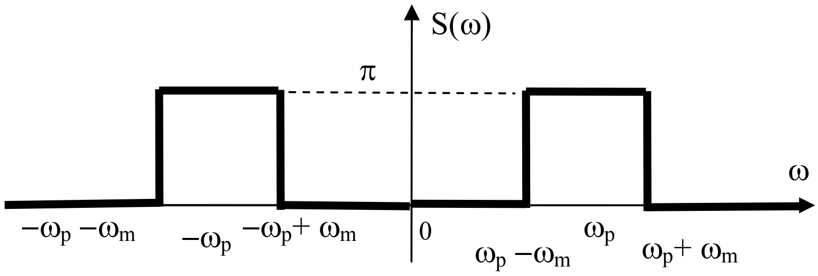


i.

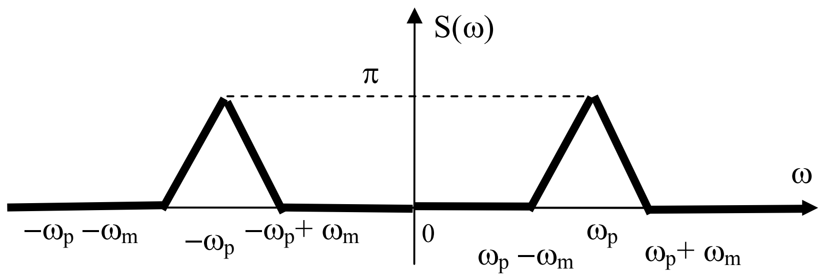


7. Calculați originalul spectrului MA şi reprezentați grafic în domeniul timp:

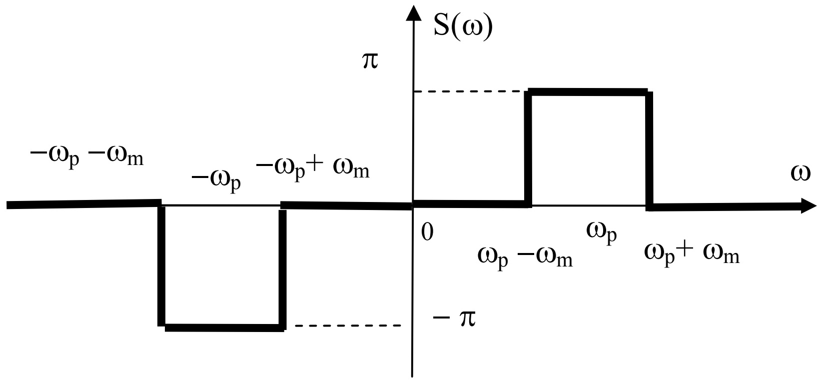
a.



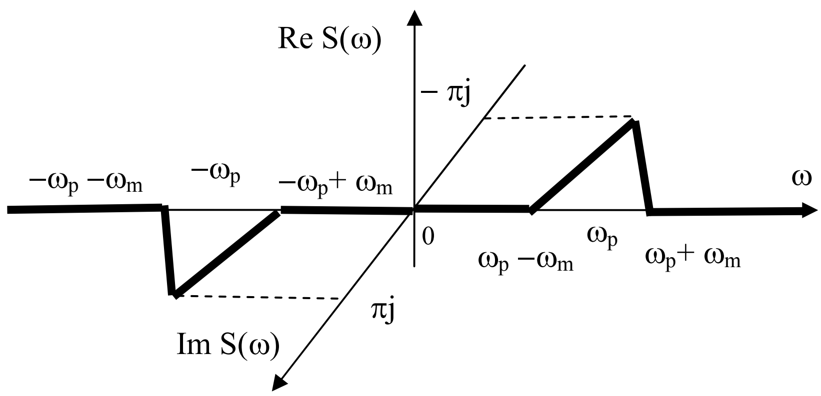
b.


S(ω)
π
ω
−ωp −ωm
−ωp
−ωp+ ωm
0
ωp
ωp −ωm
ωp+ ωm

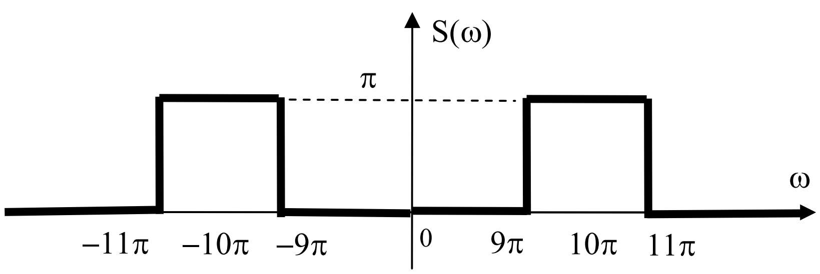
c.


S(ω)
π
−ωp −ωm
−ωp
−ωp+ ωm
ω
0
ωp
ωp −ωm
ωp+ ωm
− π

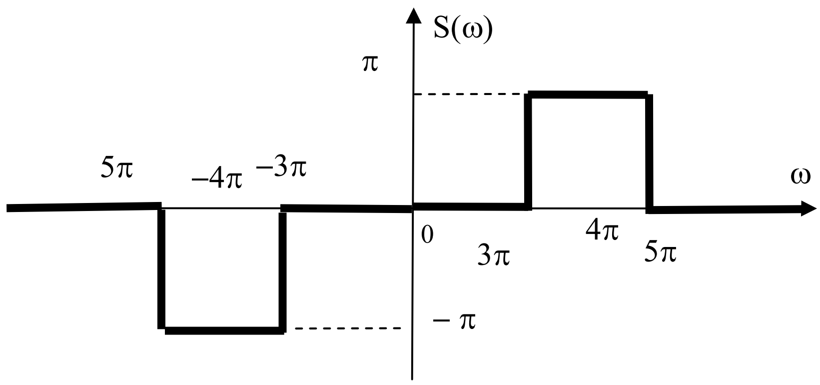
d.


Re S(ω)
− πj
−ωp −ωm
−ωp
−ωp+ ωm
ω
0
ωp
ωp −ωm
ωp+ ωm
πj
Im S(ω)

e.


S(ω)
π
ω
−11π
−10π
−9π
0
9π
10π
11π

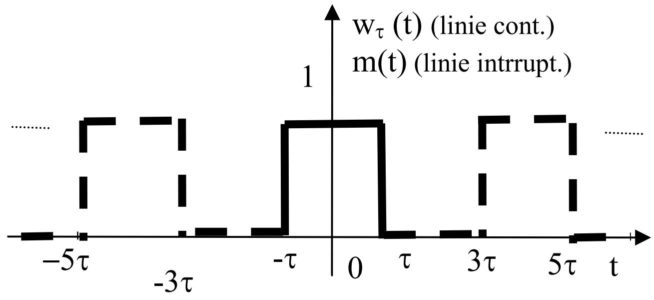
f.



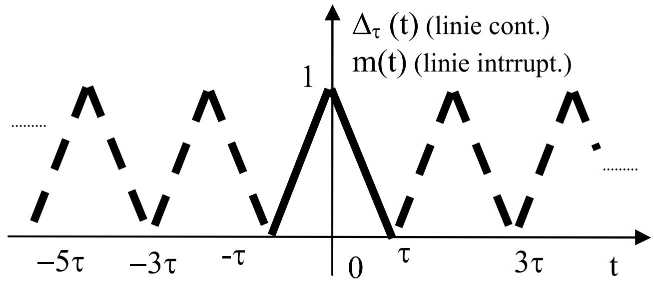
8. În ce condiții semnalele MA următoare sunt periodice?
    a. $s_{MA}(t) = \cos(\omega_m t)\cos(\omega_p t)$
    b. $s_{MA}(t) = 2\cos(\pi\omega_m t)\sin(\omega_p t)$
    c. $s_{MA}(t) = 4(1 + 0{,}3\cos(\omega_m t))\cos(\omega_p t)$
    d. $s_{MA}(t) = (1 + \sin(\omega_m t))\sin(\omega_p t)$
    e. $s_{MA}(t) = 3\cos(\omega_p t) + \cos(\omega_m t)\cos(\omega_p t)$
    f. $s_{MA}(t) = \cos(\omega_p t) + \sin(\pi\omega_m t)\cos(\omega_p t)$
    g. $s_{MA}(t) = 2(1 + 0{,}5\sin(\omega_m t) + 0{,}33\cos(2\omega_m t))\cos(\pi\omega_p t)$
    h. $s_{MA}(t) = (1 + \sin(\omega_m t) + 0{,}1\sin(3\omega_m t))\cos(\omega_p t)$
    i. $s_{MA}(t) = 3(\cos(\omega_m t) + 3\sin(5\omega_m t))\sin(\omega_p t)$
    j. $s_{MA}(t) = (\sin(\omega_m t) + 0{,}2\sin(4\omega_m t))\sin(\omega_p t)$

9. Ce condiții trebuie să îndeplinească semnalele MA, având semnalul purtător $\cos(\omega_p t)$ şi semnalul modulator dat ($\omega_p > \omega_m$), pentru a fi periodice:
    a. $m(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \frac{\sin\left(\omega_m (t - n \cdot 3T_m)\right)}{\pi (t - n \cdot 3T_m)} \quad T_m = \frac{2\pi}{\omega_m}$
    b. $m(t) = 1 + \sum_{n=-\infty}^{\infty} \frac{\sin\left(\omega_m (t - n \cdot 3T_m)\right)}{\pi (t - n \cdot 3T_m)} \quad T_m = \frac{2\pi}{\omega_m}$
    c. $m(t) = \cos(\omega_m t) + \sum_{n=-\infty}^{\infty} \frac{\sin\left(\omega_m (t - n \cdot 3T_m)\right)}{\pi (t - n \cdot 3T_m)} \quad T_m = \frac{2\pi}{\omega_m}$

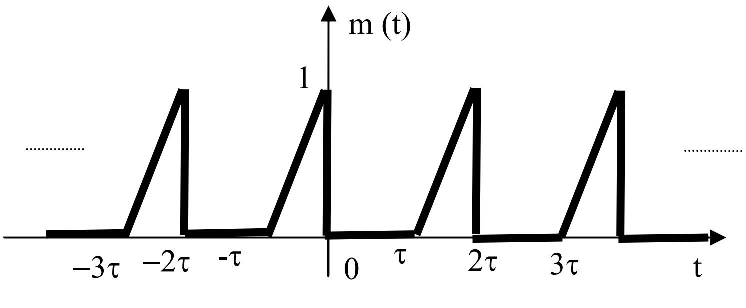
d. $m(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} w_\tau(t-4n\tau)$



e. $m(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \Delta_\tau(t-2n\tau)$



f.



10. Considerând două semnale modulatoare, $m_1(t)$ şi $m_2(t)$, determinați toate condițiile pentru a se putea demodula semnalul cu dublă modulație de amplitudine (cu sub-purtătoare), de forma:

$$s_{2MA}(t) = \left(m_1(t) + m_2(t)\cdot\cos\left(\omega_{sp}t\right)\right)\cdot\cos\left(\omega_p t\right)$$

Proiectați schema de demodulare, bazată pe demodulatoarul sincron. Ce conditie trebuie sa indeplineasca spectrele semnalelor $m_1(t), m_2(t)$ si pulsatiile purtatoare ω_{sp}, ω_p astfel incat demodulatia sa se poata realiza.

11. Calculați şi reprezentați grafic spectrele semnalelor cu dublă modulație de amplitudine; precizați cum se particularizează condițiile de la problema anterioară, pentru fiecare caz:

   a. $s_{2MA}(t) = 3\ (1 + 2 \cos(\omega_m t) + \sin(\omega_m t) \cos(\omega_{sp} t)) \cos(\omega_p t)$

   b. $s_{2MA}(t) = (1 + 0{,}5 \sin(3\omega_m t) + \cos(\omega_m t) \cos(\omega_{sp} t)) \cos(\omega_p t)$

   c. $s_{2MA}(t) = 4\ (1 + 2 \sin(\omega_m t) + 3 \cos(2\omega_m t) \cos(\omega_{sp} t)) \cos(\omega_p t)$

   d. $s_{2MA}(t) = (1 + \sin(\omega_m t) + 0{,}1 \sin(3\omega_m t) \cos(\omega_{sp} t)) \cos(\omega_p t)$

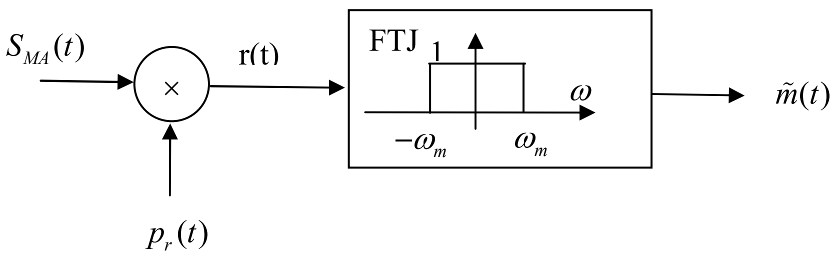
   e. $s_{2MA}(t) = 3\ (\cos(5\omega_m t) + 2 \sin(2\omega_m t) \cos(\omega_{sp} t)) \sin(\omega_p t)$

   f. $s_{2MA}(t) = (\sin(2\ \omega_m t) + 0{,}33 \sin(4\omega_m t) \cos(\omega_{sp} t)) \sin(\omega_p t)$

   g. $s_{2MA}(t) = 2\ (\cos(\omega_m t) + \cos(3\omega_m t) + \cos(5\omega_m t) \cos(\omega_{sp} t)) \sin(\omega_p t)$

   Pentru fiecare semnal în parte, precizați lărgimile benzilor de trecere ale filtrelor ideale din schema de demodulare, dedusă la problema anterioară.

12. Se considera demodulatorul sincron MA:



Se considera $S_{MA}(t) = m(t) \cdot p(t)$, unde $m(t) = A_0 + A_1 \cos(\omega_m t)$ si $p(t) = \cos(\omega_p t)$. Pentru semnalul reconstituit, $p_r(t)$, se considera variantele:

$$a)\, p_r(t) = \cos(\omega_p t)$$
$$b)\, p_r(t) = \cos(\omega_p t + \varphi_0)$$
$$c)\, p_r(t) = \cos((\omega_p + \Delta\omega) \cdot t)$$

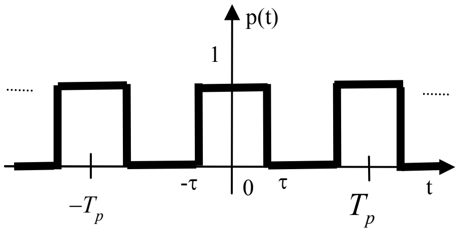
Pentru fiecare din cele trei variante sa se reprezinte spectrul semnalelor $r(t)$ si respectiv $\tilde{m}(t)$.

Valorile parametrilor $A_0, A_1, f_p, \varphi_0, \Delta f, f_m$ se considera:

	A_0 [V]	A_1 [V]	f_m [Hz]	f_p [Hz]	φ_0 [rad]	Δf [Hz]
a)	2	1	100	1000	$\pi/2$	10
b)	1	-2	200	2000	$\pi/4$	15
c)	-4	3	300	3000	$\pi/3$	100
d)	1	5	400	4000	$\pi/6$	150
e)	5	1	500	5000	$\pi/7$	200
f)	10	2	600	6000	$3\pi/2$	250
g)	7	5	700	7000	$-\pi/2$	200
h)	5	7	1000	8000	$-\pi/6$	400
i)	3	4	1800	9000	$-\pi/5$	500
j)	3	-1	300	1500	$-\pi$	100
k)	5	2	500	2500	π	200
l)	7	4	600	3500	$5\pi/4$	200

m)	-5	1	1000	4500	$5\pi/3$	400
n)	3	5	1000	5500	$4\pi/3$	200
o)	5	8	900	6500	$3\pi/5$	300
q)	-7	2	1500	7500	$-3\pi/5$	500
p)	9	2	20000	85000	$7\pi/4$	800
r)	2	6	1000	9500	$7\pi/3$	250
s)	3	1	12000	60000	$11\pi/3$	450
t)	-2	6	21000	70000	$11\pi/5$	900
u)	3	8	9000	80000	$-11\pi/5$	4000
v)	-3	1	9000	90000	2π	2000
x)	1	3	9000	100000	$-\pi/4$	3000
y)	10	12	6000	40000	$-\pi/7$	2000
z)	16	32	7000	50000	$-\pi/3$	3000

13. Se considera o modulatie de tip MIA, cu purtatoare p(t) – semnal periodic dreptunghiular de perioada T_p (reprezentat in figura de mai jos) si semnal modulator $m(t) = A_0 + A_1\cos(\omega_m t)$.



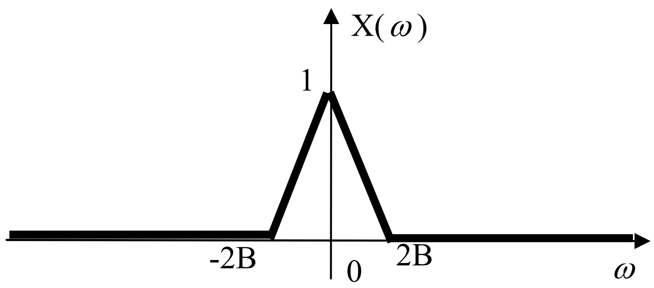
Sa se reprezinte formele de unda in domeniul timp pentru MIA naturala si MIA cu retinere si respectiv spectrul semnalelor pentru MIA naturala si MIA cu retinere.

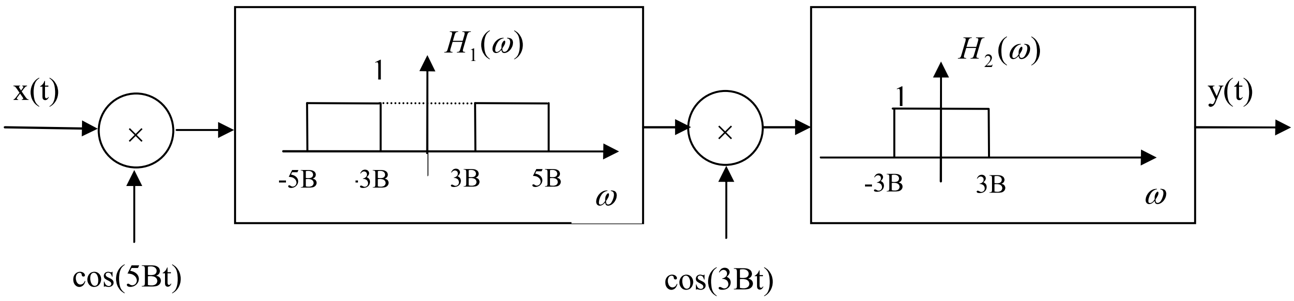
Valorile parametrilor A_0, A_1, f_m, f_p, τ se considera:

	A_0 [V]	A_1 [V]	f_m [Hz]	f_p [Hz]	τ
a)	2	1	100	1000	$T_p/4$
b)	1	-2	200	2000	$T_p/5$
c)	-4	3	300	3000	$T_p/6$
d)	1	5	400	4000	$T_p/7$
e)	5	1	500	5000	$T_p/8$
f)	10	2	600	6000	$T_p/9$
g)	7	5	700	7000	$T_p/10$
h)	5	7	1000	8000	$T_p/11$
i)	3	4	1800	9000	$T_p/12$
j)	3	-1	300	1500	$T_p/13$
k)	5	2	500	2500	$T_p/14$
l)	7	4	600	3500	$T_p/15$
m)	-5	1	1000	4500	$T_p/16$
n)	3	5	1000	5500	$T_p/17$
o)	5	8	900	6500	$T_p/18$
q)	-7	2	1500	7500	$T_p/19$
p)	9	2	20000	85000	$T_p/20$

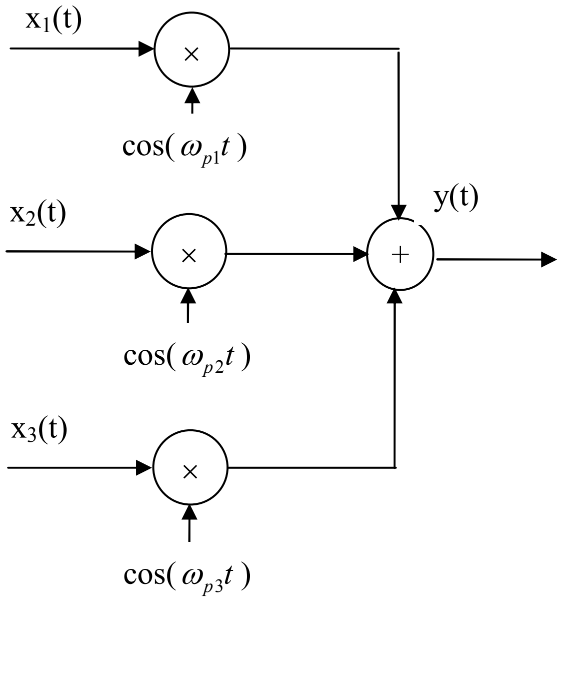
r)	2	6	1000	9500	$T_p / 21$
s)	3	1	12000	60000	$T_p / 22$
t)	-2	6	21000	70000	$T_p / 23$
u)	3	8	9000	80000	$T_p / 4$
v)	-3	1	9000	90000	$T_p / 4$
x)	1	3	9000	100000	$T_p / 4$
y)	10	12	6000	40000	$T_p / 4$
z)	16	32	7000	50000	$T_p / 4$

14. Sa se determine si sa se reprezinte grafic spectrul semnalului y(t) stiind ca spectrul semnalului x(t) este cel din figura de mai jos:

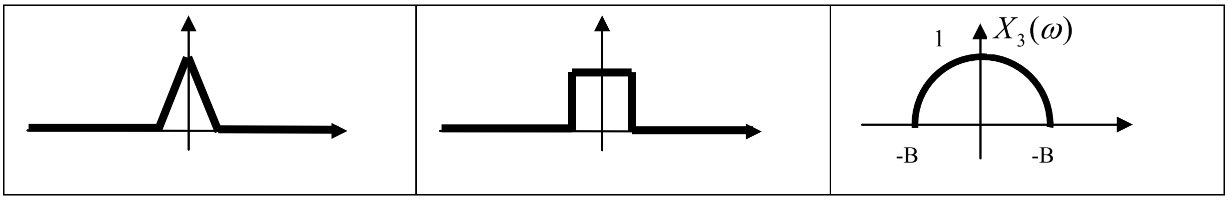




15. Trei semnale diferite se multiplexeaza in frecventa conform figurii de mai jos:

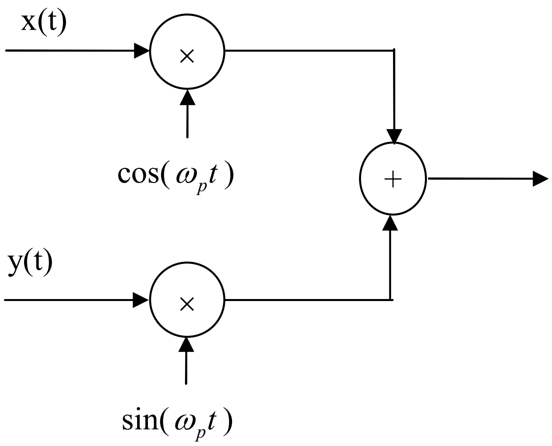


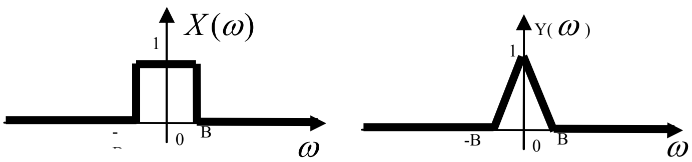
Unde semnalele $x_1(t)$, $x_2(t)$ si $x_3(t)$ au spectre de banda B, reprezentate in figura de mai jos:



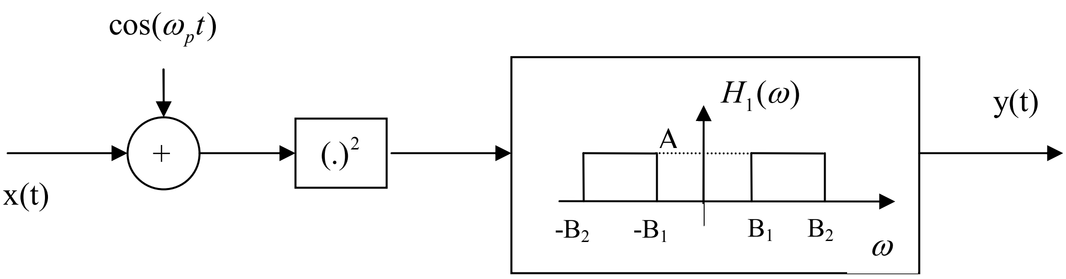
Sa se determine o relatie intre $\omega_{p1}, \omega_{p2}, \omega_{p3}$ si B astfel incat semnalele $x_1(t)$, $x_2(t)$ si $x_3(t)$ sa poate fi reconstruite la receptie. Utilizand relatiile obtinute sa se reprezinte grafic spectrul semnalului y(t) si sa se schiteze o modalitate de receptie a semnalului $x_2(t)$.

16. Sa se schiteze schema de demodulare care determina obtinerea la receptie a semnalelor x(t) si y(t) care au spectrele $X(\omega)$ si respectiv $Y(\omega)$. Sa se explice functionarea schemei propuse.

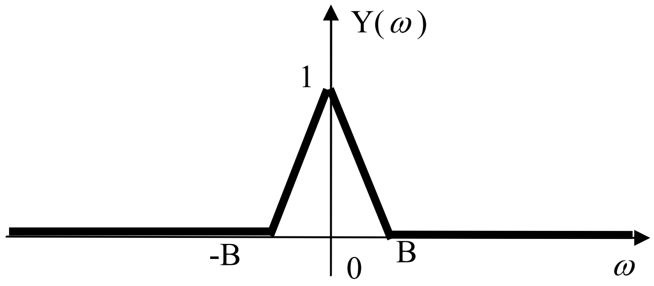




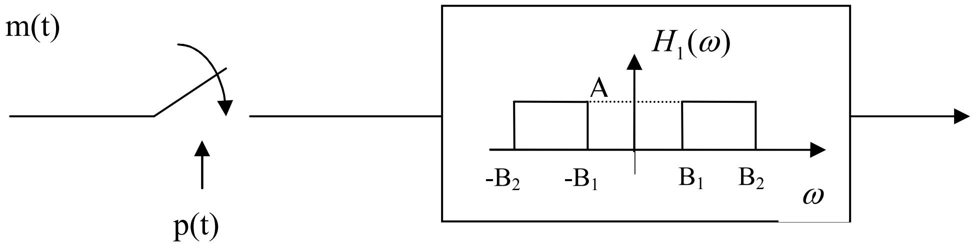
17. In practica este uneori dificil sa se realizeze un multiplicator si peste mai simplu sa se utilizeze un circuit neliniar, ca in figura de mai jos. Sa se precizeze valorile lui parametrilor A, B_1, B_2, B, ω_p astfel incat schema sa functioneze ca un modulator de amplitudine ($y(t) = x(t)\cos(\omega_p t)$).

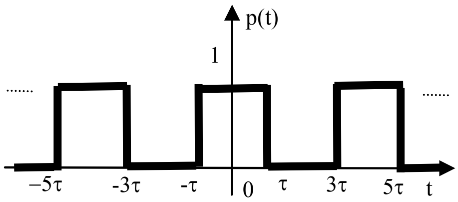


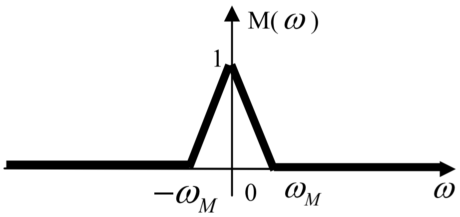
Se considera ca semnalul x(t) este de banda limitata B.



18. Se doreste implementarea unui modulator de amplitudine, inlocuind un multiplicatorul cu un intrerupator care este actionat de un semnal periodic (p(t)) de perioada T. Intrerupatorul este urmat de un filtru trece banda de banda $B = B_2 - B_1$ ca in figura de mai jos.

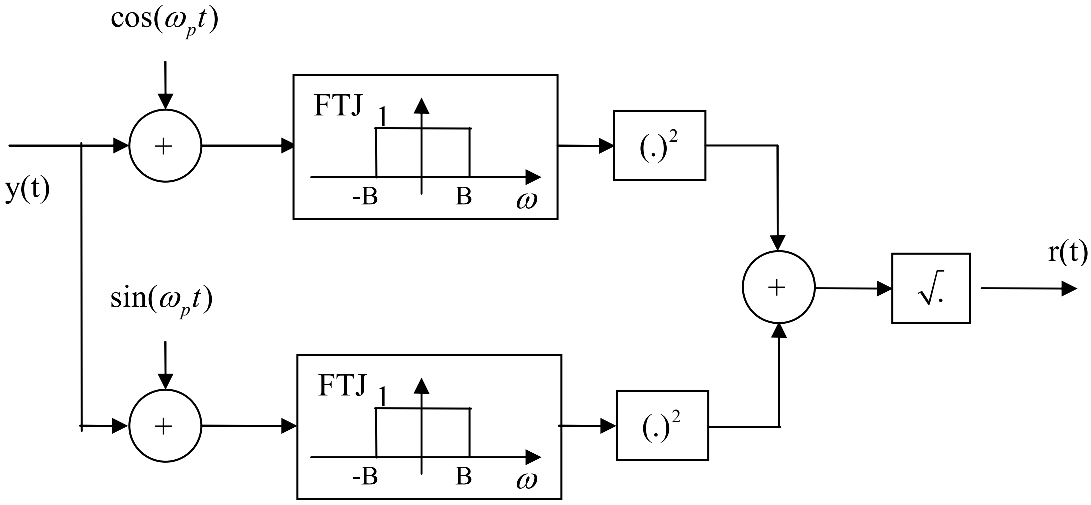






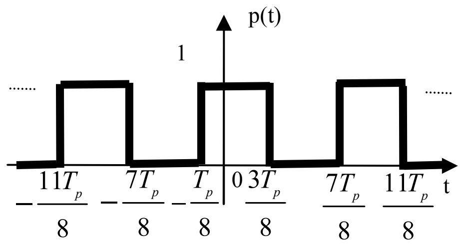
Să se determine relația dintre B, B_1,B_2, ω_m, ω_p ,k,T astfel încât să fie îndeplinită condiția $y(t) = k \cdot m(t)\cos(\omega_p t)$.

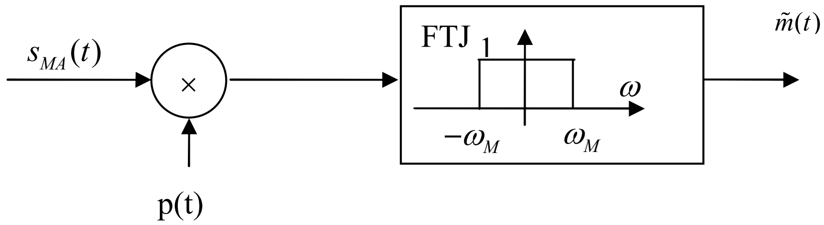
19. In urma modularii in amplitudine cu semnalul modulator m(t), se obtine semnalul modulat $y(t) = m(t)\cos(\omega_p t + \varphi_0)$. Sa se arate ca semnalul de iesire din urmatoarea schema de demodulare duce la receptionarea semnalului $r(t)$, care aproximeaza semnalul modulator $m(t)$, indiferent de faza φ_0.



Se considera ca semnalul m(t) este de banda limitata B, iar blocurile de mai sus sunt de ridicare la puterea a doua si respectiv radical.

20. Se considera un semnal modulat in amplitudine $s_{MA}(t) = 2(1+3\cos(\omega_m t))\cdot\cos(10\omega_m t)$. Se demoduleaza semnalul folosind la receptie un semnal periodic de perioada $T_p = \dfrac{2\pi}{10\omega_m}$ si defazat fata de semnalul purtator de la emisie. Sa se determine semnalul receptionat $\tilde{m}(t)$.





Modulație de fază şi frecvență

21. Calculați spectrul, deviația de frecvență, pulsația instantanee maximă şi minimă, apoi reprezentați grafic spectrul, pentru semnalele de mai jos. Câte componente spectrale încap în banda semnalului, neglijand componentele spectrale mai mici de 2% din nivelul purtătoarei?

   a) $s(t) = \cos\left(100t + \beta\sin\left(10t\right)\right)$ $\beta<0.4$

   b) $s(t) = \cos\left(100t + \beta\sin\left(10t\right)\right)$ $\beta>1$

   c) $s(t) = \cos\left(100t + \beta\cos\left(10t\right)\right)$ $\beta<0.4$

d) $s(t) = \cos\left(100t + \beta\cos\left(10t\right)\right)$ β>1

e) $s(t) = 2\cos\left(110t + \beta\sin\left(10t\right)\right)$ β<0.4

f) $s(t) = 2\cos\left(110t + \beta\sin\left(10t\right)\right)$ β>1

g) $s(t) = 2\cos\left(110t + \beta\cos\left(10t\right)\right)$ β<0.4

h) $s(t) = 2\cos\left(110t + \beta\cos\left(10t\right)\right)$ β>1

i) $s(t) = 3\cos\left(120t + \beta\sin\left(10t\right)\right)$ β<0.4

j) $s(t) = 3\cos\left(120t + \beta\sin\left(10t\right)\right)$ β>1

k) $s(t) = 3\cos\left(120t + \beta\cos\left(10t\right)\right)$ β<0.4

l) $s(t) = 3\cos\left(120t + \beta\cos\left(10t\right)\right)$ β>1

m) $s(t) = 2\cos\left(130t + \beta\sin\left(10t\right)\right)$ β<0.4

n) $s(t) = 2\cos\left(130t + \beta\sin\left(10t\right)\right)$ β>1

o) $s(t) = 2\cos\left(130t + \beta\cos\left(10t\right)\right)$ β<0.4

p) $s(t) = 2\cos\left(130t + \beta\cos\left(10t\right)\right)$ β>1

q) $s(t) = 2\cos\left(100t + \beta\sin\left(20t\right)\right)$ β<0.4

r) $s(t) = 2\cos\left(100t + \beta\sin\left(20t\right)\right)$ β>1

s) $s(t) = 2\cos\left(100t + \beta\cos\left(20t\right)\right)$ β<0.4

t) $s(t) = 2\cos\left(100t + \beta\cos\left(20t\right)\right)$ β>1

u) $s(t) = 3\cos\left(120t + \beta\sin\left(20t\right)\right)$ β<0.4

v) $s(t) = 3\cos\left(120t + \beta\sin\left(20t\right)\right)$ β>1

w) $s(t) = 3\cos\left(120t + \beta\cos\left(20t\right)\right)$ β<0.4

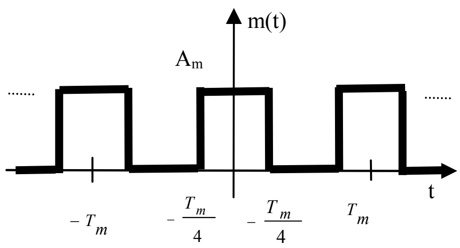
x) $s(t) = 3\cos\left(120t + \beta\cos\left(20t\right)\right)$ β>1

22. *Calculați şi reprezentați spectrul semnalelor:

$$s(t) = A\cos\left(\omega_p t + \beta_1 \sin\left(\omega_m t\right) + \beta_2 \sin\left(2\omega_m t\right)\right) \qquad \beta_1, \beta_2 < 0{,}4$$

$$s(t) = A\cos\left(\omega_p t + \beta_1 \sin\left(\omega_m t\right) + \beta_2 \sin\left(3\omega_m t\right)\right) \qquad \beta_1 < 0{,}4 \; \beta_2 > 1$$

23. Pentru semnalul $m(t)$, schițați forma de undă în domeniul timp pentru semnalele cu modulație de frecvență şi de fază în cazul folosirii următoarelor valori ale parametrilor:



	A_m [V]	f_p [Hz]	T_m [s]	k_ω [rad/(sV)]	k_φ [rad/V]
a)	2	2	2	π	$\pi/2$
b)	1	3	4	π	$-\pi/2$
c)	-1	5	3	π	π
d)	3	3	4	π	$-\pi$
e)	2	1	2	π	$\pi/2$
f)	4	1	1	π	$-\pi/2$
g)	-3	6	4	π	π
h)	2	7	2	π	$-\pi$
i)	1	3	3	π	$\pi/2$
j)	5	2	2	π	$-\pi/2$
k)	3	4	2	π	π
l)	-3	5	1	π	$-\pi$
m)	4	4	3	π	$\pi/2$
n)	2	3	2	π	$-\pi/2$
o)	6	2	1	π	π
q)	4	4	2	π	$-\pi$
p)	3	3	1	π	$\pi/2$
r)	2	3	2	π	$-\pi/2$
s)	7	3	3	π	π
t)	2	4	1	π	$-\pi$
u)	-7	12	2	π	$\pi/2$
v)	-5	8	3	π	$-\pi/2$
x)	3	3	3	π	π
y)	2	3	2	π	$-\pi$
z)	-1	2	2	π	π

24. Determinați răspunsul sistemului cu funcția de transfer $H(s)$ la semnalul de intrare $e(t)$, folosind ipoteza cuasistaționară.

a) $H(s) = ks$; $e(t) = A\cos\left(\omega_p t + \beta \sin\left(\omega_m t\right)\right)$

b) $H(s) = ks$; $e(t) = A\cos\left(\omega_p t + \beta \cos\left(\omega_m t\right)\right)$

c) $H(s) = ks$; $e(t) = A\cos\left(\omega_p t + \beta\cos\left(\omega_m t + \frac{\pi}{4}\right)\right)$

d) $H(s) = ks$; $e(t) = A\cos\left(\omega_p t + \beta\sin\left(\omega_m t - \frac{\pi}{4}\right)\right)$

e) $H(s) = -ks$; $e(t) = A\cos\left(\omega_p t + \beta\sin\left(\omega_m t\right)\right)$

f) $H(s) = -ks$; $e(t) = A\cos\left(\omega_p t + \beta\cos\left(\omega_m t\right)\right)$

g) $H(s) = -ks$; $e(t) = A\cos\left(\omega_p t + \beta\cos\left(\omega_m t + \frac{\pi}{4}\right)\right)$

h) $H(s) = -ks$; $e(t) = A\cos\left(\omega_p t + \beta\sin\left(\omega_m t - \frac{\pi}{4}\right)\right)$

i) $H(s) = \frac{k}{s}$; $e(t) = A\cos\left(\omega_p t + \beta\sin\left(\omega_m t\right)\right)$

j) $H(s) = \frac{k}{s}$; $e(t) = A\cos\left(\omega_p t + \beta\cos\left(\omega_m t\right)\right)$

k) $H(s) = \frac{k}{s}$; $e(t) = A\cos\left(\omega_p t + \beta\cos\left(\omega_m t + \frac{\pi}{4}\right)\right)$

l) $H(s) = \frac{k}{s}$; $e(t) = A\cos\left(\omega_p t + \beta\sin\left(\omega_m t - \frac{\pi}{4}\right)\right)$

m) $H(s) = -\frac{k}{s}$; $e(t) = A\cos\left(\omega_p t + \beta\sin\left(\omega_m t\right)\right)$

n) $H(s) = -\frac{k}{s}$; $e(t) = A\cos\left(\omega_p t + \beta\cos\left(\omega_m t\right)\right)$

o) $H(s) = -\frac{k}{s}$; $e(t) = A\cos\left(\omega_p t + \beta\cos\left(\omega_m t + \frac{\pi}{4}\right)\right)$

p) $H(s) = -\frac{k}{s}$; $e(t) = A\cos\left(\omega_p t + \beta\sin\left(\omega_m t - \frac{\pi}{4}\right)\right)$

q) $H(s) = s + a$; $e(t) = A\cos\left(\omega_p t + \beta\sin\left(\omega_m t\right)\right)$

r) $H(s) = s + a$; $e(t) = A\cos\left(\omega_p t + \beta\cos\left(\omega_m t\right)\right)$

s) $H(s) = s + a$; $e(t) = A\cos\left(\omega_p t + \beta\cos\left(\omega_m t + \frac{\pi}{4}\right)\right)$

t) $H(s) = s + a$; $e(t) = A\cos\left(\omega_p t + \beta\sin\left(\omega_m t - \frac{\pi}{4}\right)\right)$

u) $H(s) = \frac{a}{s + a}$; $e(t) = A\cos\left(\omega_p t + \beta\sin\left(\omega_m t\right)\right)$

v) $H(s)=\dfrac{a}{s+a}$; $e(t)=A\cos\left(\omega_p t+\beta\cos\left(\omega_m t\right)\right)$

w) $H(s)=\dfrac{a}{s+a}$; $e(t)=A\cos\left(\omega_p t+\beta\cos\left(\omega_m t+\dfrac{\pi}{4}\right)\right)$

x) $H(s)=\dfrac{a}{s+a}$; $e(t)=A\cos\left(\omega_p t+\beta\sin\left(\omega_m t-\dfrac{\pi}{4}\right)\right)$

25. *Sa se determine grafic anvelopa răspunsului filtrului $H(s)$ la semnal MF şi respectiv MP, în cazul în care semnalul modulator este periodic dreptunghiular. Se va considera pentru $H(s)$ următoarele funcții de transfer: ks, $-ks$, k/s, $-k/s$.

Stabilitatea sistemelor cu reacție

26. Testați stabilitatea sistemelor în buclă deschisă, aplicând criteriul Routh-Hurwitz funcțiilor de transfer având numitorii:

a. $s^4+s^3+5s^2+2s+4$

b. s^4+3s^3+3s+2

c. $s^4-2s^3+3s^2-2s+1$

d. $s^4+2s^3+4s^2+4s+3$

e. $s^3+s^2+10s+1$

f. s^3+s^2+5s+3

g. $-s^4-s^3-4s^2-2s-4$

27. Determinați frecvențele de oscilație, ω_0 şi amplificarile, K, aplicând criteriul de oscilație Barkhausen, pentru îndeplinirea condiției de oscilație în cazul sistemelor cu reacție (şi pozitivă şi negativă), având în buclă deschisă funțiile de transfer:

h. $H_d(s)=K\cdot A(s)\cdot B(s)=\dfrac{K\cdot s}{s^2+2s+8}$

i. $H_d(s)=K\cdot A(s)\cdot B(s)=\dfrac{K\cdot s}{s^2+2\alpha s+\omega_0}$

j. $H_d(s)=K\cdot A(s)\cdot B(s)=\dfrac{-K\cdot s}{(s+\alpha)(s+\beta)}$

k. $H_d(s)=K\cdot A(s)\cdot B(s)=\dfrac{K}{s(s+\alpha)(s+\beta)}$

l. $H_d(s)=K\cdot A(s)\cdot B(s)=\dfrac{K}{(s+1)(s+10)(s+100)}$

28. Analizați stabilitatea sistemelor cu reacție (şi pozitivă şi negativă), la variația amplificării, *K*, folosind criteriul Nyquist şi locul rădăcinilor, dacă în buclă deschisă aceste sisteme au funcțiile de transfer:

a. $H_d(s) = K \cdot A(s) \cdot B(s) = \dfrac{K\alpha}{(s+\alpha)}$

b. $H_d(s) = K \cdot A(s) \cdot B(s) = \dfrac{K}{s(s+1)(s+10)}$

c. $H_d(s) = K \cdot A(s) \cdot B(s) = \dfrac{K}{(s+1)(s+10)(s+100)}$

d. $H_d(s) = K \cdot A(s) \cdot B(s) = \dfrac{K \cdot s}{s^2 + 2\alpha s + \omega_0^{\,2}}$

e. $H_d(s) = K \cdot A(s) \cdot B(s) = \dfrac{K}{s\left(s^2 + 2\alpha s + \omega_0^{\,2}\right)}$

f. $H_d(s) = K \cdot A(s) \cdot B(s) = \dfrac{K}{s\left(s^2 + s + 100\right)}$

g. $H_d(s) = K \cdot A(s) \cdot B(s) = \dfrac{K}{(s+1)(s+10)}$

h. $H_d(s) = K \cdot A(s) \cdot B(s) = \dfrac{K(s+100)(s+1000)}{s(s+1)(s+10)}$

i. $H_d(s) = K \cdot A(s) \cdot B(s) = \dfrac{K\left(s^2 + s + 100\right)}{s\left(s^2 + s + 1\right)}$

j. $H_d(s) = K \cdot A(s) \cdot B(s) = \dfrac{K(s+100)}{s\left(s^2 + s + 100\right)}$

k. $H_d(s) = K \cdot A(s) \cdot B(s) = \dfrac{K \cdot \left(s^2 + \omega_0^{\,2}\right)}{s^2 + 2\alpha s + \omega_0^{\,2}}$

l. $H_d(s) = K \cdot A(s) \cdot B(s) = \dfrac{K(s+10)}{(s+1)(s-100)}$

m. $H_d(s) = K \cdot A(s) \cdot B(s) = \dfrac{K(s+10)}{s\left(s^2 + s + 100\right)}$

n. $H_d(s) = K \cdot A(s) \cdot B(s) = \dfrac{K(s+10)}{(s+1)\left(s^2 + s + 100\right)}$