

EHB 351

Analog Haberleşme

14/01/2021
Uygulama
(6)

1) $x_c(t) = \cos(2\pi 10^8 t + 3 \cdot \sin 2\pi 10,2 \cdot 10^3 t)$
biçiminde verilen bir FM işaret, band
sınırlayıcı bir süzgeçten geçirilerek
iletilmektedir.

a) Süzgeç çıkışında, işaretin toplam
ortalama gücünün en az %96 sinin
görülmesi için süzgecin band genişliği
ne olmalıdır?

b) Çıkış ifadesini yazarak spektrumunu
çiziniz.

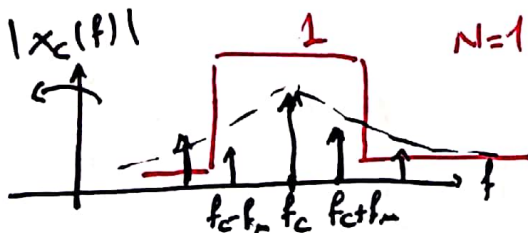
$$\begin{aligned} J_0(\beta) &= -0,2601 & J_1(\beta) &= 0,3391 & J_2(\beta) &= 0,4861 \\ J_3(\beta) &= 0,3091 & J_4(\beta) &= 0,132 & J_5(\beta) &= 0,04303 \\ J_6(\beta) &= 0,001139 & J_7(\beta) &= 0,0002547 \end{aligned}$$

$$x_c(t) = A_c \sum_{n=-\infty}^{\infty} J_n(\beta) \cos(\omega_c + n\omega_m)t$$

$BG = 2N f_m$
merkez frekansı

BGS

$$x_c'(t) = A_c \sum_{n=-N}^N J_n(\beta) \cos(\omega_c + n\omega_m)t$$



Süzgeç Çıkışında $P \geq 0,96 \times 0,5$
 $P \geq 0,48$ olmalı

$$P = 2 \sum_{n=-N}^N \left(\frac{J_n(\beta)}{2} \right)^2 \geq 0,48$$

bu koşulu sağlayan
N değeri nedir.

$$\begin{array}{ccccccc}
 \frac{J_0^2(3)}{2} & + & J_1^2(3) & + & J_2^2(3) & + & J_3^2(3) \\
 \hline
 0,0338 & & 0,115 & & 0,2363 & & 0,0955 \\
 \hline
 & & 0,1488 & & & & \\
 & & \hline
 & & 0,3851 & & & & \\
 & & \hline
 & & & & 0,4806 & \geq & 0,48
 \end{array}$$

$$N = 3$$

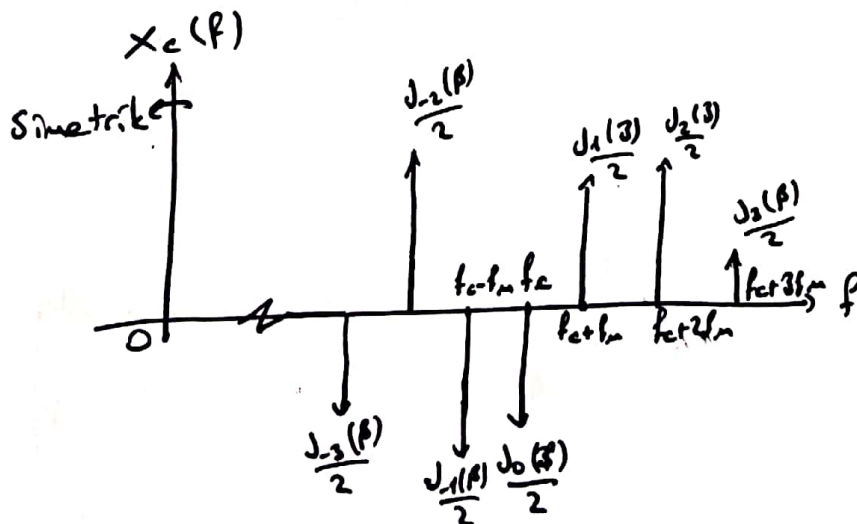
Şişirici BG = $2Nf_m = 2 \cdot 3 \cdot 10,2 \cdot 10^3 = 61,2 \text{ kHz}$ band genişliği
 merkez frekansı $f_c = 10^8 \text{ Hz}$.

$$b) x_c'(t) = A_c \sum_{n=-N}^N J_n(\beta) \cos(\omega_c + n\omega_m)t$$

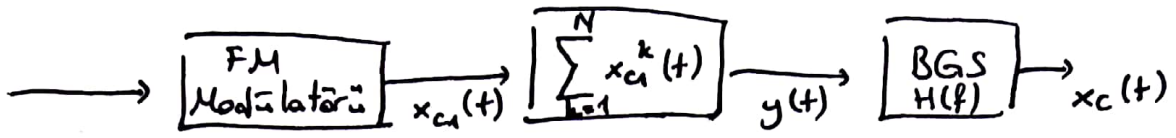
$$x_c'(t) = J_0(\beta) \cos 2\pi 10^8 t - J_1(\beta) \left[\cos 2\pi (10^8 - 10,2 \cdot 10^3)t - \cos 2\pi (10^8 + 10,2 \cdot 10^3)t \right]$$

$$+ J_2(\beta) \left[\cos 2\pi (10^8 - 20,4 \cdot 10^3)t + \cos 2\pi (10^8 + 20,4 \cdot 10^3)t \right]$$

$$- J_3(\beta) \left[\cos 2\pi (10^8 - 30,6 \cdot 10^3)t - \cos 2\pi (10^8 + 30,6 \cdot 10^3)t \right]$$



2)



Şekil 1

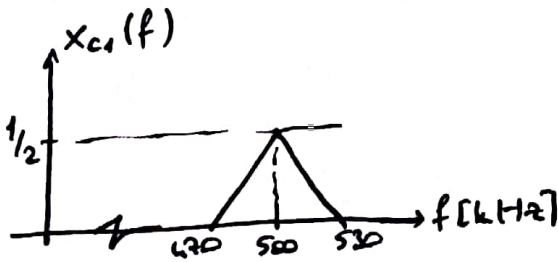
Şekil 1 de görülen düzende band genişliği 15 kHz'lik bir temel band $x(t)$ işaretinden

$$x_{c1}(t) = \cos\left(2\pi f_c t + 2\pi \Delta f \int x(\tau) d\tau\right) \quad \text{FM}$$

işareti elde edilmektedir.

Bu işaretten frekans çarpma ve süzgeçleme yöntemi ile $x_c(t)$ FM işareti oluşturulmaktadır.

a) $x_{c1}(t)$ işaretinin 0/10 luk band genişliği gözönüne alınarak çizilen spektrum, Şekil 2 de verilmektedir. Buna göre taşıyıcı frekans f_c ve frekans sapması Δf 'i bulunuz.



Şekil 2

$$BG_{10} = 60 \text{ kHz} = 2(\Delta f + f_m)$$

$$f_m = 15 \text{ kHz}$$

$$\Delta f + f_m = 30 \text{ kHz}$$

$$\Delta f = 15 \text{ kHz}$$

$$f_c = 500 \text{ kHz}$$

b) $N=2$ durumunda $y(t)$ nin spektrumunu çiziniz.

$$y(t) = x_{c1}(t) + x_{c1}^2(t), \quad N=2$$

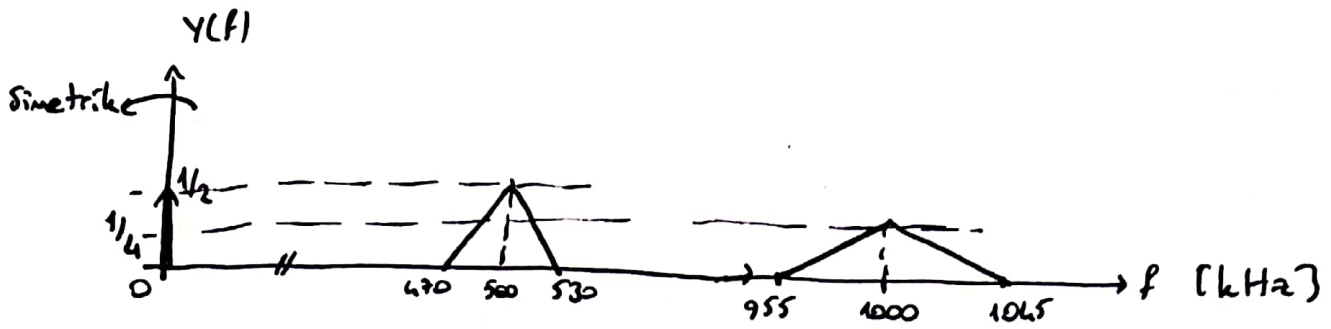
$$\begin{aligned} f_c &= 500 \text{ kHz} \\ \Delta f &= 15 \text{ kHz} \\ BG_{10} &= 60 \text{ kHz} \end{aligned}$$

$$y(t) = \frac{1}{2} + \cos\left(2\pi f_c t + 2\pi \Delta f \int x(\tau) d\tau\right) \rightarrow$$

$$\cos^2 x = \frac{1 + \cos 2x}{2}$$

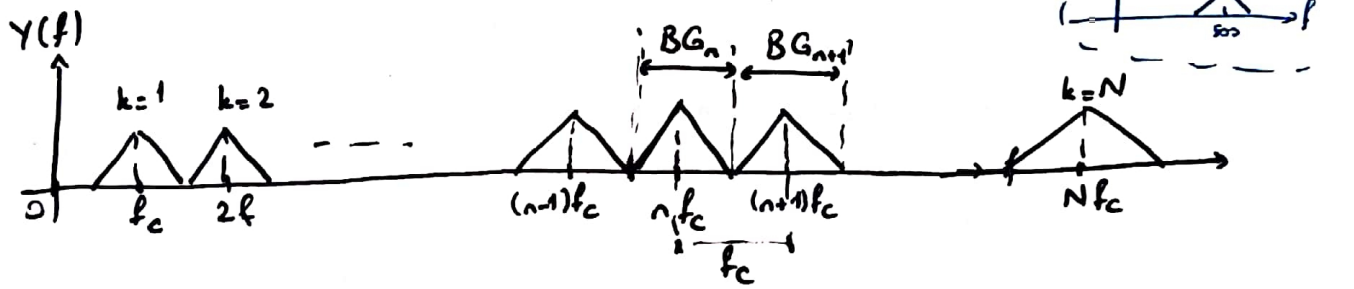
$$\rightarrow + \frac{1}{2} \cos\left(4\pi f_c t + 4\pi \Delta f \int x(\tau) d\tau\right)$$

$$\begin{aligned} f_{c1} &= 1 \text{ MHz} \\ \Delta f &= 30 \text{ kHz} \\ BG_{10} &= 90 \text{ kHz} \end{aligned}$$



c) N istendiği kadar olmak üzere ideal band geçiren süzgeç kullanılarak elde edilebilecek en büyük frekans aralığı nedir?

$$y(t) = \sum_{k=1}^N x_{cn}^k(t) = \sum_{k=1}^N \gamma_k \cos(2\pi k f_c + 2\pi k \Delta f \int_0^t x(\tau) d\tau)$$



$$BG_n = 2(n\Delta f + f_m)$$

$$BG_{n+1} = 2((n+1)\Delta f + f_m)$$

$$\frac{BG_n + BG_{n+1}}{2} \leq f_c \rightarrow n\Delta f + f_m + (n+1)\Delta f + f_m \leq f_c$$

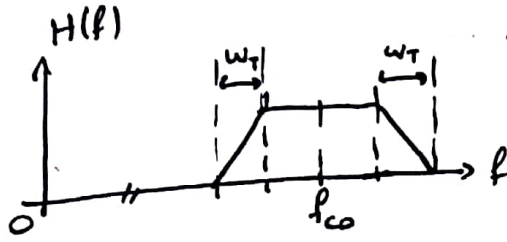
$$n \leq \frac{f_c - 2f_m}{2\Delta f} - \frac{1}{2}$$

$$n \leq 15,16$$

$$n = 15$$

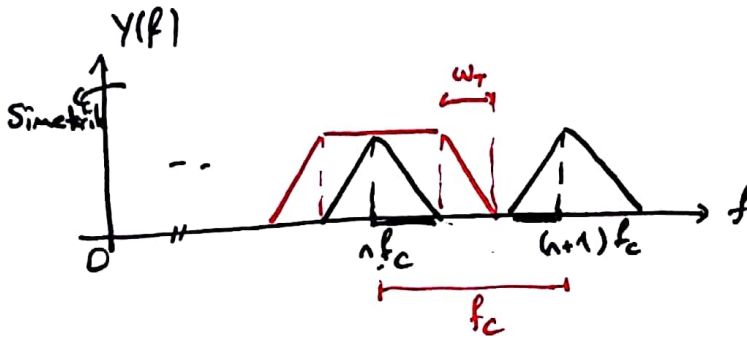
n daha büyük olursa örtüşme olur.

d) Eger BGS şekil 3 deki gibi olursa elde edilebilecek en büyük frekans carpanı nedir?



$$w_T = \frac{f_c}{100}$$

Şekil 3.



$$\frac{BG_n + BG_{n+1}}{2} + w_T \leq f_c$$

$$(n \Delta f + f_m) + (n+1) \Delta f + f_m + \frac{n f_c}{100} \leq f_c$$

$$n \leq \frac{f_c - \Delta f - 2f_m}{2\Delta f + \frac{f_c}{100}}$$

$$n \leq 13 \quad n = 13$$