

TEL 351  
ANALOG HABERLEŞME  
Final Sınavı

1) a) Aşağıdaki işaretlerin Fourier serisi katsayılarını yazınız.

- i)  $\cos 2\pi f_0 t$       ii)  $\sin 2\pi f_0 t$       iii)  $\cos 2\pi f_0 t + \sin 2\pi f_0 t$

b) Aşağıdaki işaretlerin Fourier dönüşümlerini yazınız.

- i)  $\cos 2\pi f_0 t$       ii)  $\sin 2\pi f_0 t$       iii) -6      iv)  $\delta(t-5)$

c) Kitlesel analog karasal TV yayınında, görüntü işaretlerinin iletiminde kullanılan modülasyon türü GM, ÇYB veya TYB yerine AYB'dir. Neden?

- 2) a)  $x(t)$  ve  $y(t)$ 'nin Fourier dönüşümleri  $X(f)$  ve  $Y(f)$  olmak üzere,

$$\int_{-\infty}^{\infty} x(t)y^*(t)dt = \int_{-\infty}^{\infty} X(f)Y^*(f)df$$

ile verilen genel Parseval teoremini ispatlayınız.

b)  $x(t) = y(t)$  seçilirse, eşitlik hangi biçime dönüşür? Elde ettiğiniz ifadeyi kısaca yorumlayınız.

c) Parseval teoreminden yararlanarak,

i)  $\int_{-\infty}^{\infty} \sin^4 t dt$

ii)  $\int_{-\infty}^{\infty} \sin^3 t dt$

integrallerini hesaplayınız.

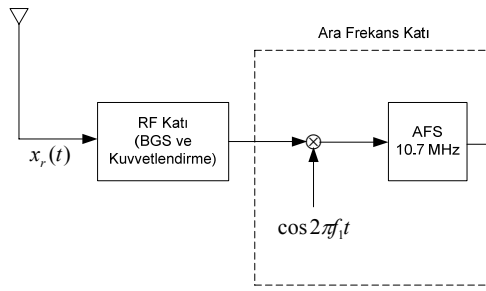
- 3) a) TYB modülasyonlu  $x_c(t)$  işaretinin zaman bölgesi ifadesini yazınız.  
b)  $x(t)=2\text{sinc}(2t)$  ise  $x_c(t)$ 'yi yazınız ve frekans spektrumunu doğrudan çiziniz.  
c) TYB modülasyonlu işaretlerin elde edilmesinde kullanılan süzgeçleme ve faz kaydırma yöntemlerine ilişkin blok diyagramları çiziniz. Üstünlük ve sakıncalarını kısaca yazınız.  
d) TYB işaretin zarf sezici kullanarak demodüle edilebilmesini sağlamak amacıyla, a) şıkkında yazmış olduğunuz ifadeye  $B_c \cos 2\pi f_c t$  saf taşıyıcı teriminin eklendiğini düşünelim. Taşıyıcılı TYB işaretine ilişkin zarf ifadesini ve zarf sezicinin verimli bir şekilde çalışabilmesi için gerekli koşulları yazınız. Zarf sezici kullanımı durumunda TYB ile GM'yi güç verimliliği açısından karşılaştırınız.

- 4) a) Bir darband FM işareti,  $x_{cl}(t) = \cos 2\pi 10^4 t - 0.02 \sin 2000\pi t \sin 2\pi 10^4 t$  biçiminde verilmektedir.  $x(t)$  bilgi işaretini, darband FM için  $f_c$  taşıyıcı frekansını,  $\beta$  modülasyon indisini ve  $\Delta f$  maksimum frekans sapmasını bulunuz. Darband FM işaretini üreten devreyi çiziniz.
- b)  $x_{cl}(t)$  işareti, frekans çarpma yardımıyla (Armstrong yöntemi), maksimum frekans sapması  $\Delta f' = 80\text{kHz}$  ve taşıyıcı frekansı  $f_c' = 50\text{ MHz}$  olan bir geniş band FM işaretine dönüştürölmek isteniyor. Elimizde yalnızca 2,4 ve 5 ile çarpan frekans çarpıcıların bulunduğunu varsayıp, en az sayıda frekans çarpıcı kullanarak dönüştürme işlemini gerçekleyen devrenin blok diyagramını çiziniz. Çeřitli aşamalarındaki işaretlerin zaman bölgesi ifadelerini yazınız. Geniřband FM işaretin iletim band genişliğini bulunuz.

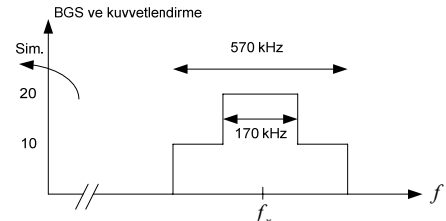
- 5) 88-108 MHz arasında “süperheterodin” prensibine göre çalışan bir FM radyo alıcısının blok diyagramı Şekil 1’de görülmektedir. Alıcının N tane istasyondan gelen FM işaretlerini

$$x_r(t) = \sum_{i=1}^N a_i \cos(2\pi f_{ci}t + 2\pi \Delta f \int x_i(\tau) d\tau)$$

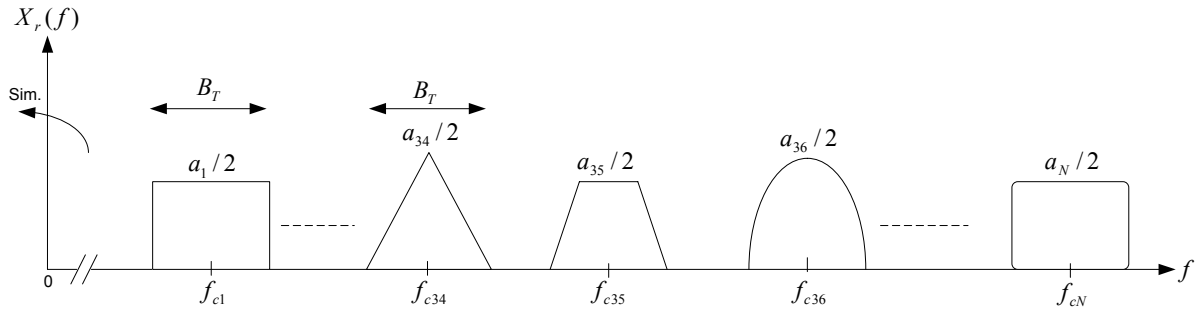
biçiminde aldığını varsayalım (Toplamsal gürültü ihmal edilmektedir). Burada  $a_i$ ,  $f_{ci}$  ve  $x_i(t)$  sırasıyla, alınan i. işarete ilişkin sabit zayıflama katsayısını, taşıyıcı frekansını ve bilgi işaretini göstermektedir. Tüm FM işaretlere ilişkin maksimum frekans sapması ( $\Delta f$ ) aynı olup 75 kHz’dir. Yine tüm bilgi işaretlerinin band genişlikleri 10 kHz olup, her bir istasyon için ayrılan kanal 200 kHz’dir.  $x_r(t)$ ’ye ilişkin frekans spektrumu Şekil 2’deki gibi olsun. Kullanıcı tarafından dinlenilmek istenen işareti taşıyan FM işareti, önce RF (radyo frekansı) katında, transfer fonksiyonu Şekil 3’te verilen BGS süzgeci ile kabaca süzülmemekte ve zayıflama etkisini karşılamak için kuvvetlendirilmektedir. BGS’nin merkez frekansı  $f_x$ , değeri kullanıcı tarafından sürekli olarak değiştirilebilen bir değişken kapasite yardımıyla ayarlanabilmektedir. Ara frekans katına gelen işaret,  $f_i = f_x - 10.7$  MHz olmak üzere  $\cos 2\pi f_i t$  ile çarpılmakta ve merkez frekansı 10.7 MHz, band genişliği 170 kHz olan bir ara frekans süzgeci (AFS) ile süzülmemektedir. Çıkıştaki işaret FM demodülatörüne verilmektedir.



Şekil 1.



Şekil 3.



Şekil 2.

- Her bir FM işaretinin  $B_T$  band genişliğini bulunuz.
- Kullanıcının  $f_x = f_{c35}$  seçerek, örneğin 35. sıradaki ( $i = 35$ ) istasyonu dinlemek istediğini varsayalım. Bu durumda RF katı çıkışındaki işareti zaman domeninde yazınız ve frekans spektrumunu çiziniz.
- AFS süzgeci çıkışındaki FM işaretini zaman bölgesinde yazınız. Taşıyıcı frekansını belirleyiniz. Frekans spektrumunu çiziniz.
- Kullanıcı,  $f_x$ ’i ayarlayarak, örneğin 44 numaralı istasyonu seçseydi AFS çıkışındaki FM işaretin taşıyıcı frekansı değişir miydi? Buradan yararlanarak, ara frekans katının görevini yazınız.
- Bir an için, RF katındaki BGS’nin Şekil 3’tekinin aksine,  $f_{c35} - 21.4$  MHz frekansındaki farklı bir işareti de geçirdiğini varsayalım. Bu durumda, bu işaretin  $f_{c35}$  frekansındaki FM işaret ile beraber AFS çıkışında görüleceğini gösteriniz.  $f_{c35} - 21.4$  MHz frekansı “hayal frekans” olarak adlandırılır. Hayal frekanstaki işaret ne tür bir problem doğurmaktadır? Bu problemle karşılaşmamak için gerekli koşul nedir?