

HABERLEŞME SİSTEMLERİ

Haberleşme sistemlerinde taşıyıcı sinyal olarak sinüzoidal sinyaller ya da darbe (**pals**) dizileri kullanılır. Taşıyıcının bu özelliğine göre haberleşme sistemleri iki ana gruba ayrılır. Bunlar;

1. Taşıyıcı ve bilgi sinyali sinüzoidal sinyaller olan analog haberleşme sistemleri.
2. Taşıyıcı ya da bilgi sinyali darbe (**pals**) dizileri olan dijital haberleşme sistemleri.

ANALOG_HABERLEŞME

Taşıyıcı sinyalin sinüzoidal olduğu haberleşme sistemidir. Sinüs işareti formül olarak;

$$v = V.\sin(2\pi F + \theta) \text{ ya da}$$

$$i = I.\sin(2\pi F + \theta) \text{ 'dır.}$$

Formülde;

v - Zamana bağlı değişen ani gerilim (**Volt**)

V - Gerilim tepe değeri (**Volt**)

F - Frekans (**Hz**)

θ - Faz açısı (**Derece**)

i - Zamana bağlı değişen ani akım (**Amper**)

I - Akım tepe değeri (**Amper**)

Dikkat edilirse eşitlikte V ya da v (**genlik**) , F (**frekans**) ve θ (**açı**) gibi değişen üç parametre vardır. Modülatör katında bilgi sinyali taşıyıcı sinyalin hangi parametresini değiştiriyor ise , yapılan modülasyon o parametre adı ile söylenir.

Buna göre analog haberleşme modülasyon çeşitleri;

1. Genlik (**Amplitude**) modülasyonu (**GM**)
2. Frekans modülasyonu (**FM**)
3. Faz modülasyonu (**PM**)'dir.

Bildiğimiz gibi haberleşme sistemlerinde kullanılan sinyallerin en yüksek frekanslı taşıyıcı (**Fc**) sinyaldir. Deney setimizde kullanılan taşıyıcı sinyallerin frekansları osiloskop ekranında rahat izlenebilmesi için olabildiğince küçük tutulmuştur. Buna rağmen değişken sinyallerin normal osiloskoplarda görülmesi çok zordur. Bu nedenle deneylerde en az 2x40MHz çift kanallı hafızalı (**storage**) osiloskop kullanılması gerekmektedir.

DENEY: 2.1

GENLİK MODÜLASYONUNUN İNCELENMESİ (GM)

HAZIRLIK BİLGİLERİ

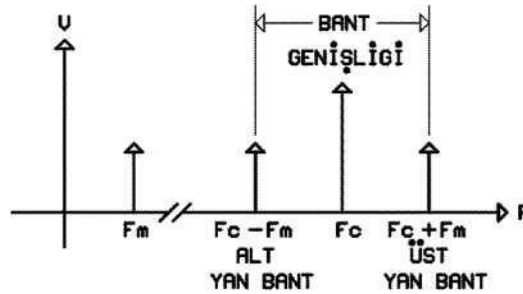
Taşıyıcı sinyal genliğinin bilgi sinyaline bağlı değiştirilmesine genlik modülasyonu denir. Taşıyıcı sinyal ve bilgi sinyali genlik modülatörüne aynı anda uygulandığında üç ayrı sinyal elde edilir.

1. Taşıyıcı sinyal (F_c)
2. Taşıyıcı sinyal + Bilgi sinyali ($F_c + F_m$)
3. Taşıyıcı sinyal - Bilgi sinyali ($F_c - F_m$)



Şekil 2.1.1

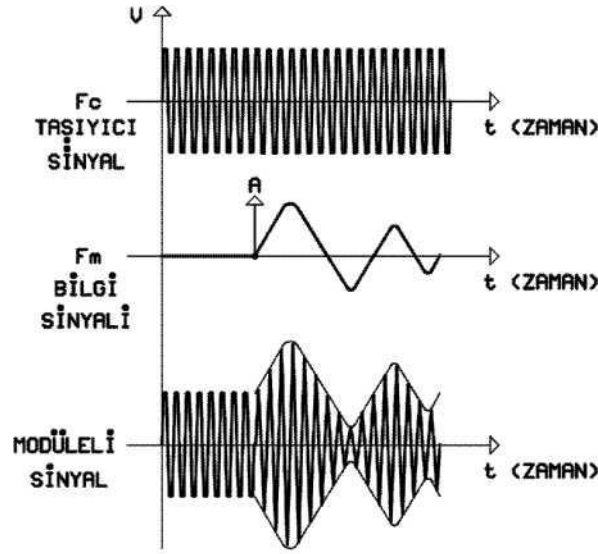
Genlik modülatörü çıkışında elde edilen ($F_c + F_m$) sinyaline üst yan bant, ($F_c - F_m$) sinyaline alt yan bant adı verilir. Bilgi sinyali her iki yan bantta vardır. İki yan bantın frekansı dışında tüm özellikleri aynıdır. Modüleli sinyal frekans ekseninde kapladığı bölgeye bant genişliği denir. Bu değer iki yan bant arasında kalan bölgedir. Şekil 2.1.2'deki frekans tayfında bant genişliği görülmektedir.



Şekil 2.1.2

Bant genişliği görüldüğü gibi bilgi sinyalinin iki katıdır. Bu değer telefon haberleşmesi için 3KHz, radyo haberleşmesinde 5KHz kadardır.

Modülasyon işlemi sonunda elde edilen sinyallerin içerisinde en büyük genlik, taşıyıcı sinyaldir. Taşıyıcı sinyal hiçbir bilgiye sahip değildir. Bu nedenle taşıyıcı sinyali göndermeden bilgi sinyali iletilir. Böylece az güç harcanır ve verim artar. Bu yöntem çift yan bant (**DSB Double Side Bant**) modülasyonu denir. Çift yan bant modülasyonunda taşıyıcı bastırılarak yok edilir. Alt ve üst yan bantlar gönderilir. Alt ve üst yan bantlar frekansları dışında aynı özelliklere sahip olduğundan yan bantlardan birisi gönderilerek bilgi iletimi yapılabilir. Bu yöntem tek yan bant (**SSB Single Side Bant**) modülasyonu denir. Tek yan bant modülasyonunda taşıyıcı sinyal ve yan bantlardan birisi bastırılarak yok edilir. Genlik modülasyonu yapılırken taşıyıcı sinyal, bilgi sinyali ve elde edilen modüleli sinyal osiloskopta incelenirse Şekil 2.1.3'deki işaretler elde edilir.



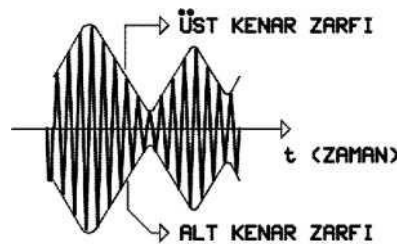
Şekil 2.1.3

Taşıyıcı sinyal: Genliği ve frekansı değişmeyen sinyaldir. Sistemde genliği ve frekansı en büyük işaret taşıyıcı işaretidir.

Bilgi sinyali: İnsan kulağının duyduğu sesin ya da insan gözünün gördüğü resmin elektrik işaretidir.

Modüleli sinyal: Şekil 2.1.3'de üç işaretin aynı "**t**" zamanındaki durumu görülmektedir. Zaman ekseninin "**A**" noktasına kadar bilgi sinyali yoktur. Bu noktaya kadar modüleli işaret taşıyıcı işaretin aynısıdır. Demek oluyor ki bilgi sinyalinin sıfır noktalarında modüleli sinyalin şekli taşıyıcı sinyalin aynısıdır. Modüleli sinyalin içinde bilgi sinyali yok iken verici tarafından gönderilmesi sistemin güç kaybını artırır. Bu yöntem klasik genlik modülasyonudur. Güç kaybının fazla olmasına karşılık klasik genlik modülasyonu çok kullanılır. Bilgi sinyalinin genliği pozitif yönde artarken modüleli sinyal, taşıyıcı sinyal ve bilgi sinyalinin genlikleri toplamı kadar pozitif ve negatif bölgede artar. Bilgi sinyalinin sıfır olduğu noktada bir an için modüleli sinyal taşıyıcı sinyalin aynısı olur. Bilgi sinyali negatif bölgede iken modüleli sinyalin genliği azalır. Bu azalma taşıyıcı sinyal genliğinden bilgi sinyali genliğinin çıkarılması kadardır. Bu azalma yine modüleli işaretin pozitif ve negatif bölgesinde simetrik olarak görülür. Genlik modülasyonlu sinyaldeki bu değişime modülasyon zarfı denir.

Şekil 2.1.4'de görüldüğü üzere modüleli sinyalin iki zarfı vardır. Bunlar pozitif bölgede üst kenar zarfı, negatif bölgede alt kenar zarfı olarak isimlendirilir.



Şekil 2.1.4

MODÜLASYON FAKTÖRÜ

Genlik modülasyonlu haberleşmede gürültüsüz bir haberleşme için bilgi sinyali genliği ile taşıyıcı sinyalin genliğinin uyumlu olması gerekir. Bu uyum modülasyon faktörünün matematiksel olarak hesaplanmasıyla sağlanır. Modülasyon faktörü "**m**" ile gösterilir. Kaliteli bir haberleşme için modülasyon faktörü yaklaşık olarak $m = \%30$ olmalıdır. Modülasyon yüzdesini değiştiren bilgi sinyalinin genliğidir. Bu değişim doğru orantılıdır. Modülasyon faktörü formül olarak;

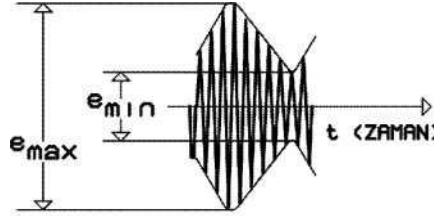
$$\%m = \frac{e_{\max} - e_{\min}}{e_{\max} + e_{\min}} \cdot 100$$

Formülde;

$e_{\max}$: Modüleli sinyali tepeden tepeye maksimum genliği

$e_{\min}$: Modüleli sinyalin tepeden tepeye minimum genliği

Modülasyon yüzdesinin ölçümü osiloskop kullanılarak kolayca yapılır. Şekil 2.1.5'de modüleli sinyalin maksimum ve minimum noktaları görülmektedir.

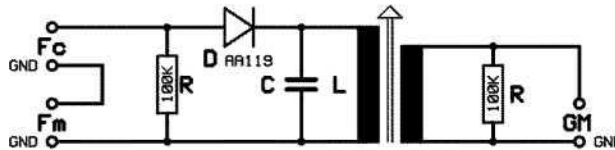


Şekil 2.1.5

Örnek: Osiloskop ekranında görülen modüleli sinyalin tepeden tepeye maksimum değeri 6V, tepeden tepeye minimum değeri 2V'tur. Modülasyon yüzdesini hesaplayınız.

$$\%m = \frac{e_{\max} - e_{\min}}{e_{\max} + e_{\min}} \cdot 100 = \frac{6 - 2}{6 + 2} = \frac{4}{8} \cdot 100$$

$\%m = 50$ 'dir.



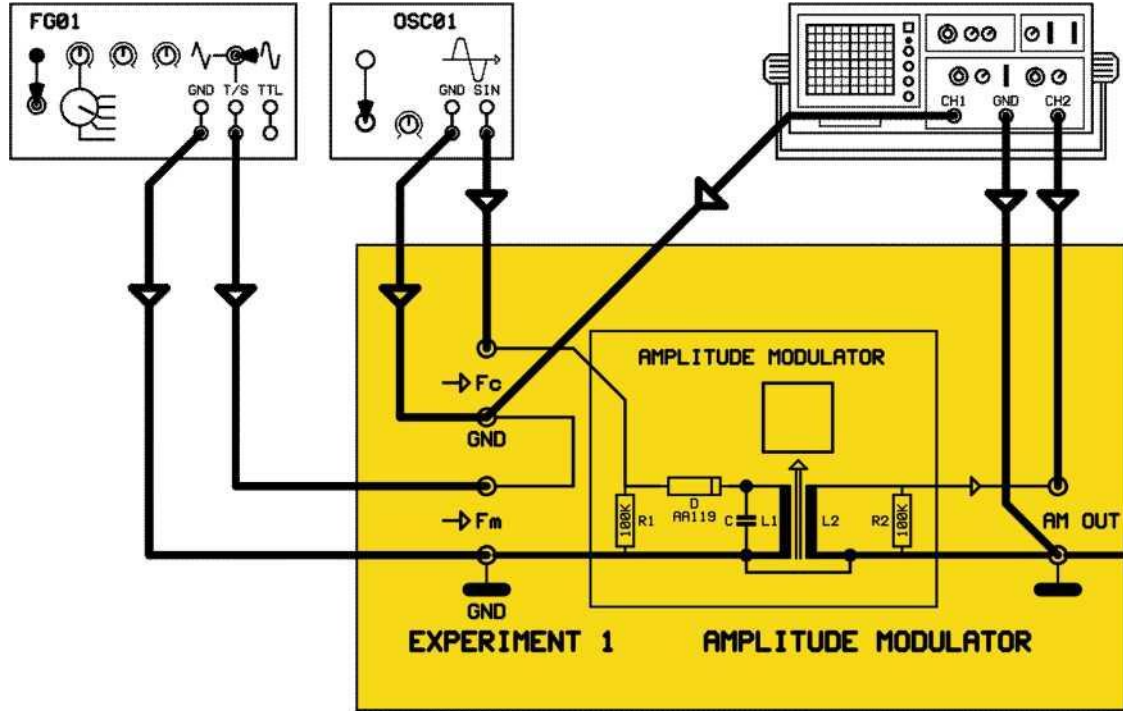
Şekil 2.1.6

Şekil 2.1.6'da bir germanyum diyot ve akortlu paralel rezonans devresinden oluşmuş en basit genlik modülatörü görülmektedir. Paralel rezonans devresinin rezonans frekansı 500KHz'dir. Bobin nüvesi ayarlanarak rezonans frekansı 450KHz-550KHz arasında ayarlanabilir. Taşıyıcı sinyal ve bilgi sinyali birbirine seri bağlanmış, taşıyıcı sinyal genliği bilgi sinyaline bağlı değiştirilmiştir. Deney modülümüzde bu basit devre ile modülasyon incelenmiştir.

DENEY 1 GM MODÜLASYON

DENEYİN YAPILIŞI

Y-0024/002 modülünü yerine takınız. Devre bağlantılarını şekil 2.1.7'deki gibi yapınız. (**Not: Bu deneyde güç devresi kullanılmamıştır. Deneyde RF osilatör ile fonksiyon jeneratörü seri bağlanmıştır.**)



Şekil 2.1.7

1- OS1 RF osilatörünün çıkış işaretinin (**F_c**) genliğini 5Vpp , fonksiyon jeneratörünün çıkış işaretini (**F_m**) sinüs , frekansını 1KHz ve genliğini 1Vpp ayarlayınız. Çıkış işaretini osiloskopta görünüz. Bobinin nüvesini ayarlayınız ve maksimum genliği elde ediniz. Bu işaretin genliğini çiziniz. İşareti tanımlayınız.

2- Fonksiyon jeneratörünün çıkış işareti (**F_m**) frekansını 2KHz'e kadar arttırınız. Bu işlem yapılırken modüleli çıkış işaretindeki değişim nedir?

3- Fonksiyon jeneratörünün çıkış işareti (**F_m**) frekansını 1KHz'e getiriniz. Bu kez işaretin genliğini yavaş yavaş 2Vpp'e yükseltiniz. Bu işlem yapılırken modüleli çıkış işaretindeki değişim nedir?

4-

5- Fonksiyon jeneratörünün çıkış işareti (**F_m**) frekansını 1KHz, genliğini 1Vpp'ye getiriniz. Modülasyon yüzdesini hesaplayınız.

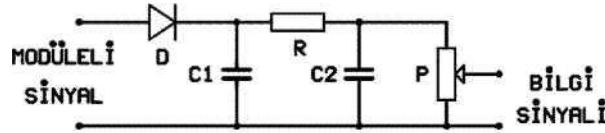
6- Bilgi sinyalinin genliğini sıfır yapınız. Çıkıştaki işaret nedir? Bu durumu yorumlayınız.

DENEY: 2

GENLİK DEMODÜLASYONUNUN İNCELENMESİ (GM)

HAZIRLIK BİLGİLERİ

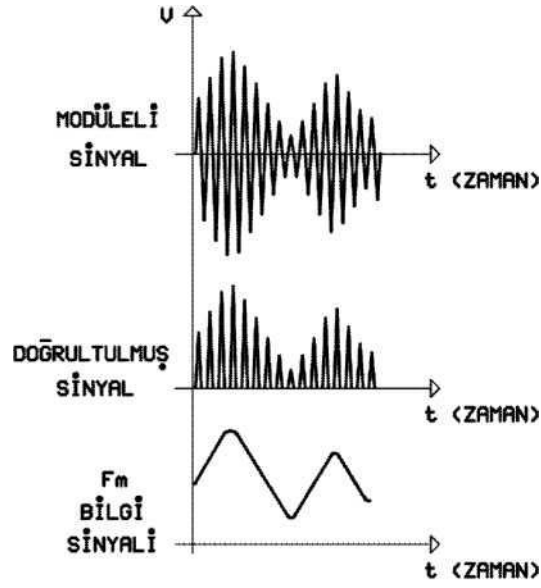
Modüleli sinyal içinden bilgi sinyalinin ayrılması işlemine demodülasyon ya da algılama denir. Bu işlemin yapıldığı devrelere demodülatör ya da dedektör adı verilir. Genlik modülasyonunun demodülasyonu senkronlu ve senkronsuz sistemlerle yapılabilir. Senkronlu sistemde vericiden gelen işaretler ile alıcıda demodülasyon işlemi eş zamanlı yapılır. Senkronlu sistemlere örnek çarpım dedektörü , anahtarlama dedektör , PLL dedektör (**PLL Phase Locked Loop**) gösterilebilir. Senkronsuz sistem en fazla kullanılan en az elemanlı sistemdir. Bu sisteme örnek diyotlu dedektör ve transistörlü dedektör gösterilebilir. Deney setimizde diyotlu dedektör incelenmiştir.



Şekil 2.2.1

Şekil 2.2.1'de diyotlu dedektör görülmektedir. Bu devrelere zarf dedektörü de denir. Devrede D diyotu doğrultma işlemi yapar. Polarmalandırma yönüne göre modüleli sinyalin pozitif ya da negatif alternanslarını geçirir. C1,C2 kondansatörleri ve R direnci (n) tipi alçak geçiren filtredir. Diyot üzerinden gelen doğrultulmuş işaretin yüksek frekanslı bileşenleri filtre tarafından toprağa iletilirken tepe noktasındaki zarf kondansatörlerinin şarj-deşarjı ile düzgünleştirilir. Bu işlemi etkin olarak C1 kondansatörü yapar. C2 kondansatörü işlemi tamamlar. Filtre devresindeki zaman sabitesi ($T=R.C$) taşıyıcı sinyalin periyodundan büyük , bilgi sinyalinin periyodundan küçük olmalıdır. P potansiyometresi tekrar elde edilen bilgi sinyalinin ses frekans yükseltecine iletilirken genliğini ayarlamak için kullanılmıştır.

Demodülasyon işlemi osiloskop ile incelenirse şekil 2.2.2'deki işaretler görülür.

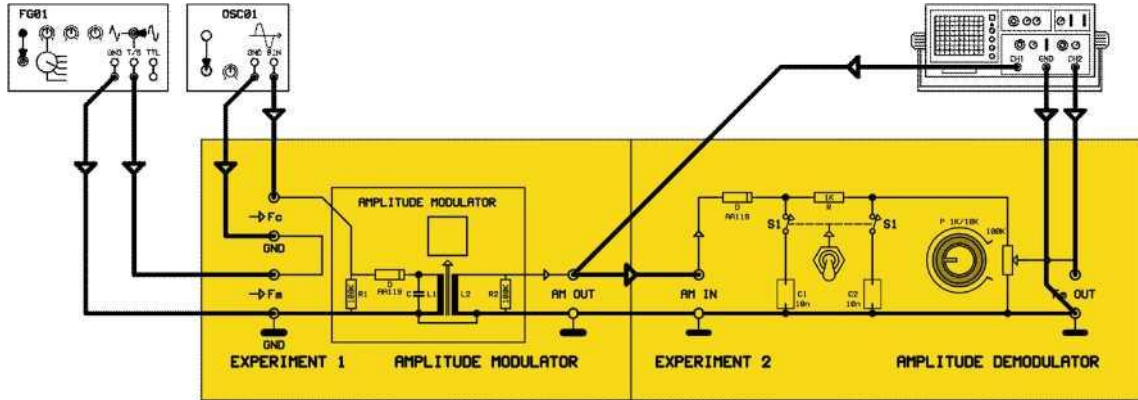


Şekil 2.2.2

Diyot çıkışında elde edilen işaret modüleli sinyalin yalnız pozitif alternanslarıdır. Bu işareti görmek için C1 ve C2 kondansatörleri devrede olmamalıdır. C1 ve C2 kondansatörleri devreye bağlanırsa işaretin tepe noktalarında zarf tamamlanır ve bilgi işareti tekrar elde edilir.

DENEYİN YAPILIŞI

Y-0024/002 modülünü yerine takınız. Devre bağlantılarını şekil 2.2.3'deki gibi yapınız.



Şekil 2.2.3

Deney 2.1'deki genlik modülatörüne $F_c=500\text{KHz}$, $V_{pp}=5\text{V}$ ve $F_m = 1\text{KHz}$, $V_{pp}=1\text{V}$ sinüs işareti uygulayınız. "L" bobinini ayarlayınız en fazla genliği elde ediniz. Genlik demodülasyonu deneyinde önceki deneyde elde ettiğiniz genlik modülasyonlu işareti kullanınız.

1. Potansiyometreyi maksimum (**orta uç üstte**) durumuna, S1 anahtarı açık duruma (**anahtar ucu altta**) getiriniz. Giriş işareti ile çıkış işaretini kıyaslayınız.
2. S1 anahtarını kapatınız. Bu durumda giriş ve çıkış işaretlerini tanımlayınız.
3. Modüleli sinyalin pozitif ve negatif zarfında bulunan bilgi sinyali ile demodülasyon sonucu elde edilen bilgi sinyalini frekans ve genlik olarak karşılaştırınız.
4. Girişteki bilgi sinyalinin frekansını ve genliğini değiştiriniz. Çıkışta tekrar elde ettiğiniz bilgi sinyali bu değişime nasıl tepki veriyor?