



**Elektrik-Elektronik Mühendisliği**  
**Analog Haberleşme**  
**Genlik Modülasyonları**

Yakup Demiryürek  
180711049

(Güz 2021)

## Amaç

Benzetim programında tek tonlu genlik modülasyonu, demodülasyonu (Zarf Dedektörü), ÇYB-TB ve TYB-TB oluşturulması amaçlanmıştır.

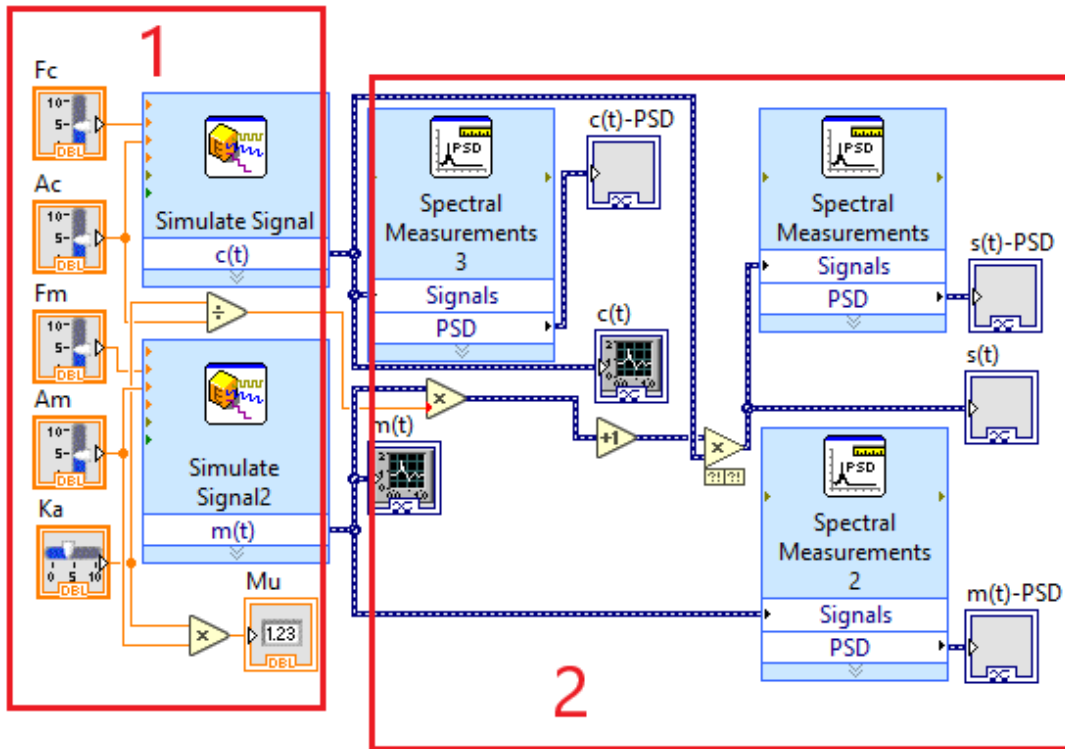
## Ekipmanlar

- LabVIEW kurulu bilgisayar

## Deney Çalışması – Genlik Modülasyonu

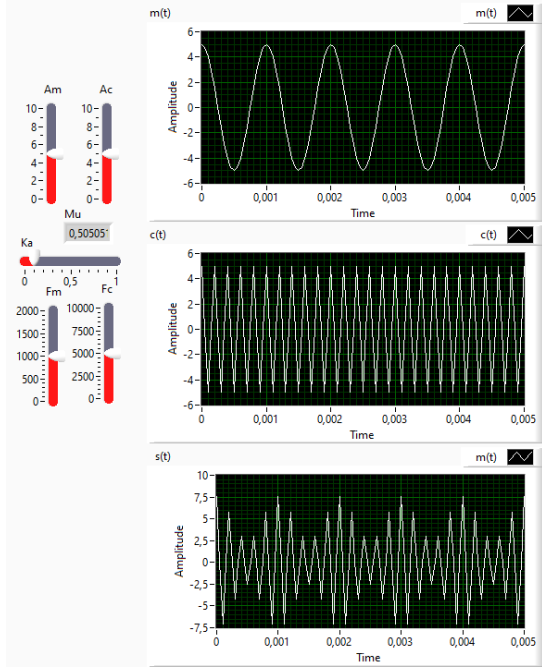
Şekil 1’de 1.kutucukta taşıyıcı ve mesaj sinyallerinin genlik ve frekansları değişken olarak tanımlanmıştır.

Şekil 1 2.kutucukta ise  $c(t) = A_c \cdot \cos(2\pi f_c t)$  ve  $s(t) = A_c \cdot [1 + k_a \cdot m(t)] \cdot \cos(2\pi f_c t)$  denklemleri kullanılarak devre tasarlanmıştır.

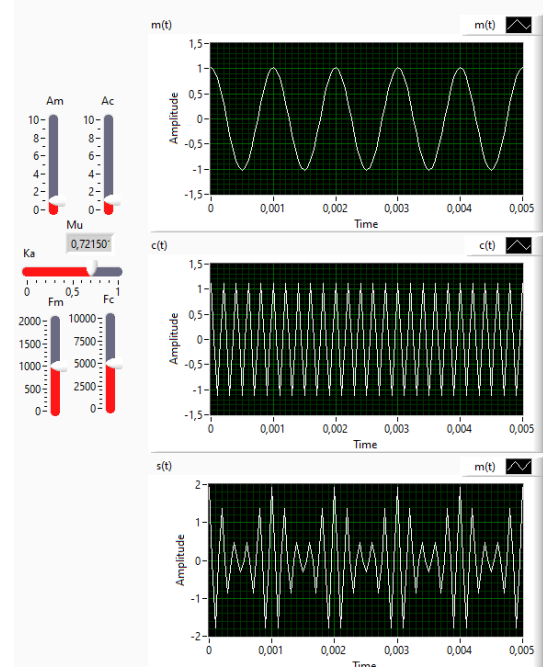


Şekil 1.Blok Diyagram

Şekil 2 ve Şekil 3’de farklı  $k_a$ , sabit genlik ve frekans değerleri ile çıkış sinyalleri incelenmiştir.



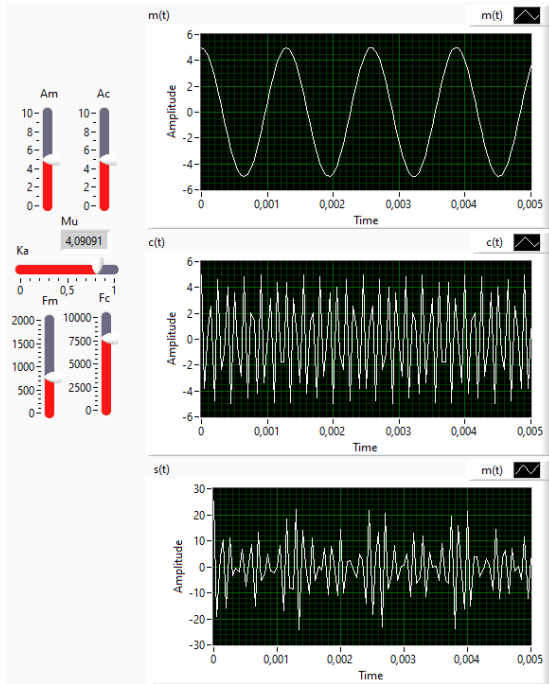
Şekil 2.  $k_a=0,1$



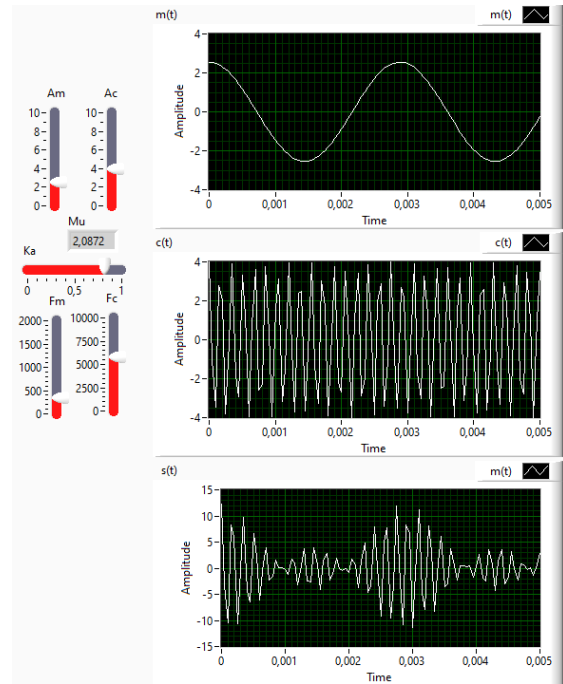
Şekil 3.  $k_a=0,7$

$k_a$  değerlerine göre sinyallerin değişimi görülmüştür. Sonuç olarak modüle edilmiş sinyal iç içe yapıdan daha belirgin bir yapıya geçmiştir.

Şekil 4 ve Şekil 5’de sabit  $k_a = 0,81$  farklı genlik ve frekans değerleri ile çıkış sinyalleri incelenmiştir.

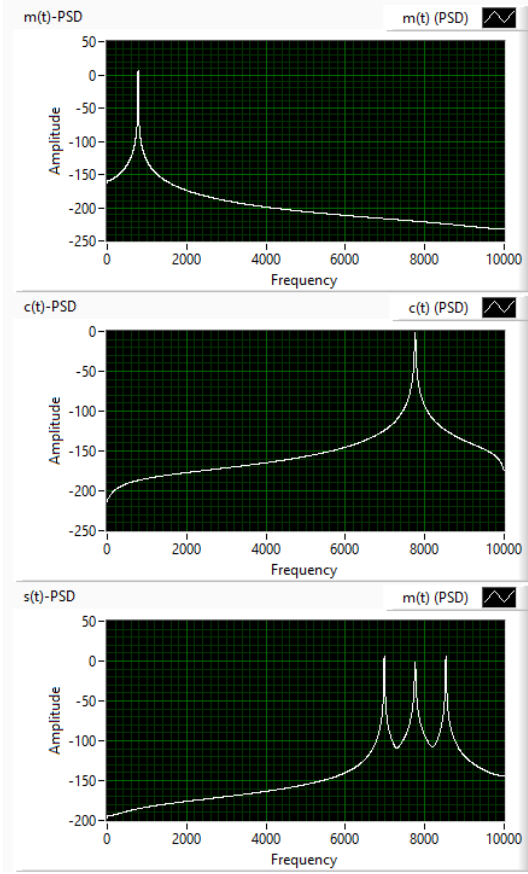


Şekil 4.  $F_M = 775\text{Hz}$   $F_C = 7750\text{Hz}$   $A_M = A_C = 5$

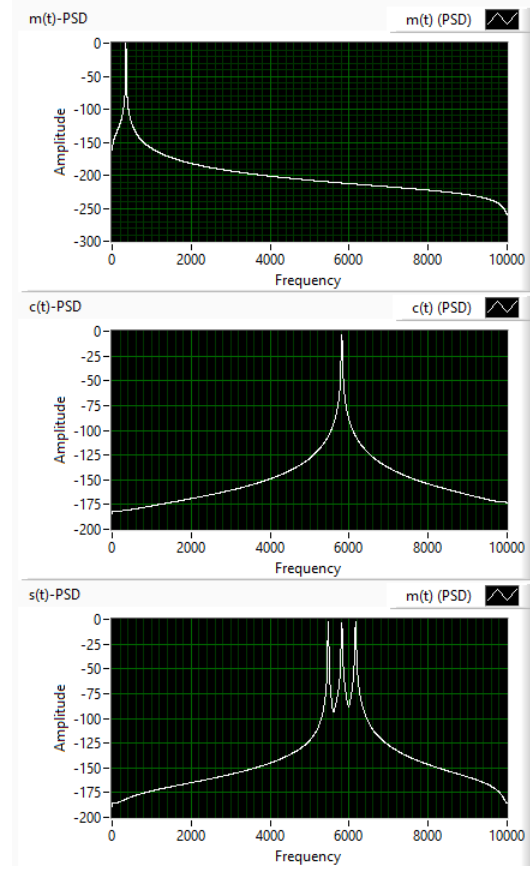


Şekil 5.  $F_M = 346\text{Hz}$   $F_C = 5816\text{Hz}$   $A_M = 2,55$   $A_C = 4$

Önceki aşamadaki  $k_a$ ,  $F_C$ ,  $F_M$ ,  $A_C$ ,  $A_M$  değerleri için Şekil 6 ve Şekil 7’de Spektrumlar incelenmiştir.



Şekil 6.  $F_M=775\text{Hz}$   $F_C=7750\text{Hz}$   $A_M=A_C=5$

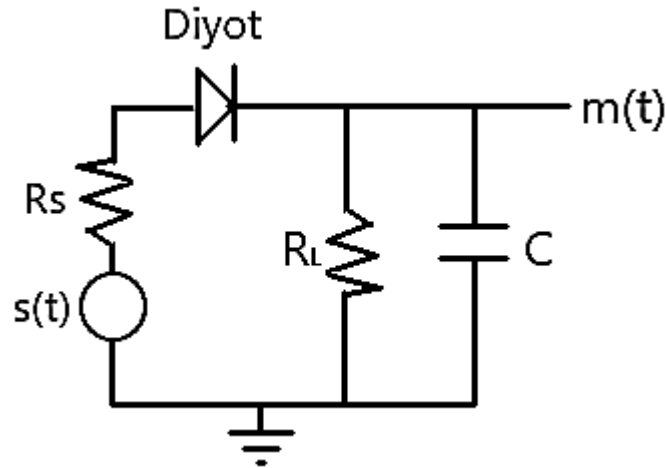


Şekil 7.  $F_M=346\text{Hz}$   $F_C=5816\text{Hz}$   $A_M=2.55$   $A_C=4$

Grafiklere bakıldığında girilen frekans değerlerine göre spektrumlar uyuşmaktadır.

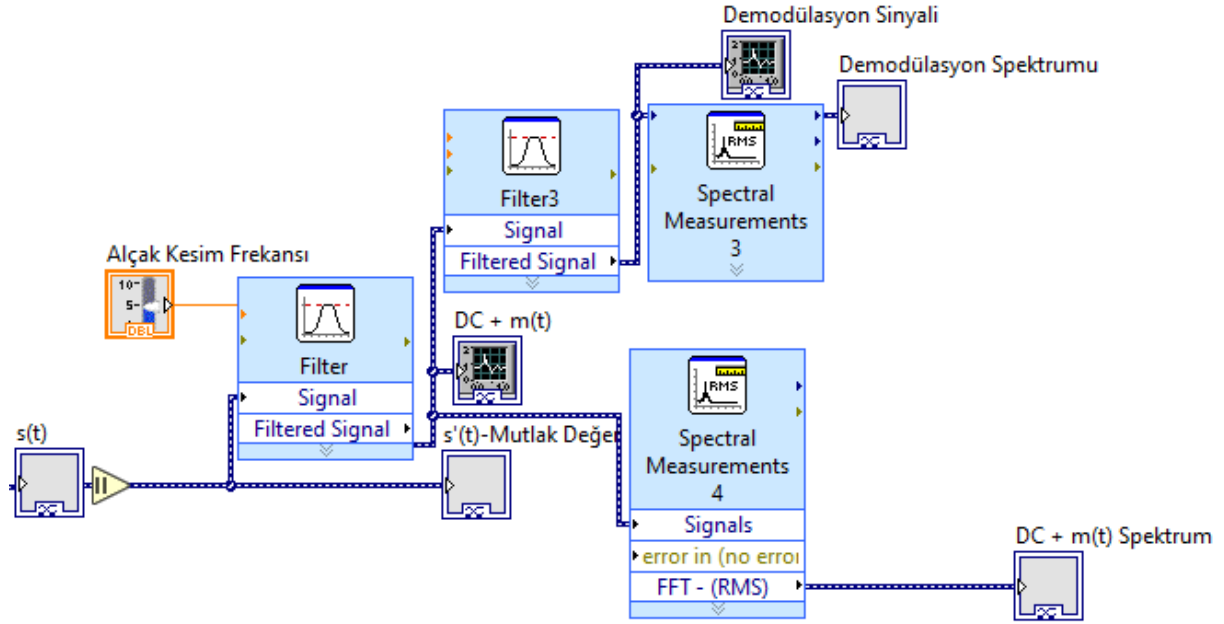
### Deney Çalışması – Genlik Demodülasyonu (Zarf Dedektörü)

Şekil 1’de yapmış olduğumuz çalışmanın yalnızca  $s(t)$  çıkışını alarak Zarf dedektörü oluşturmaktadır.



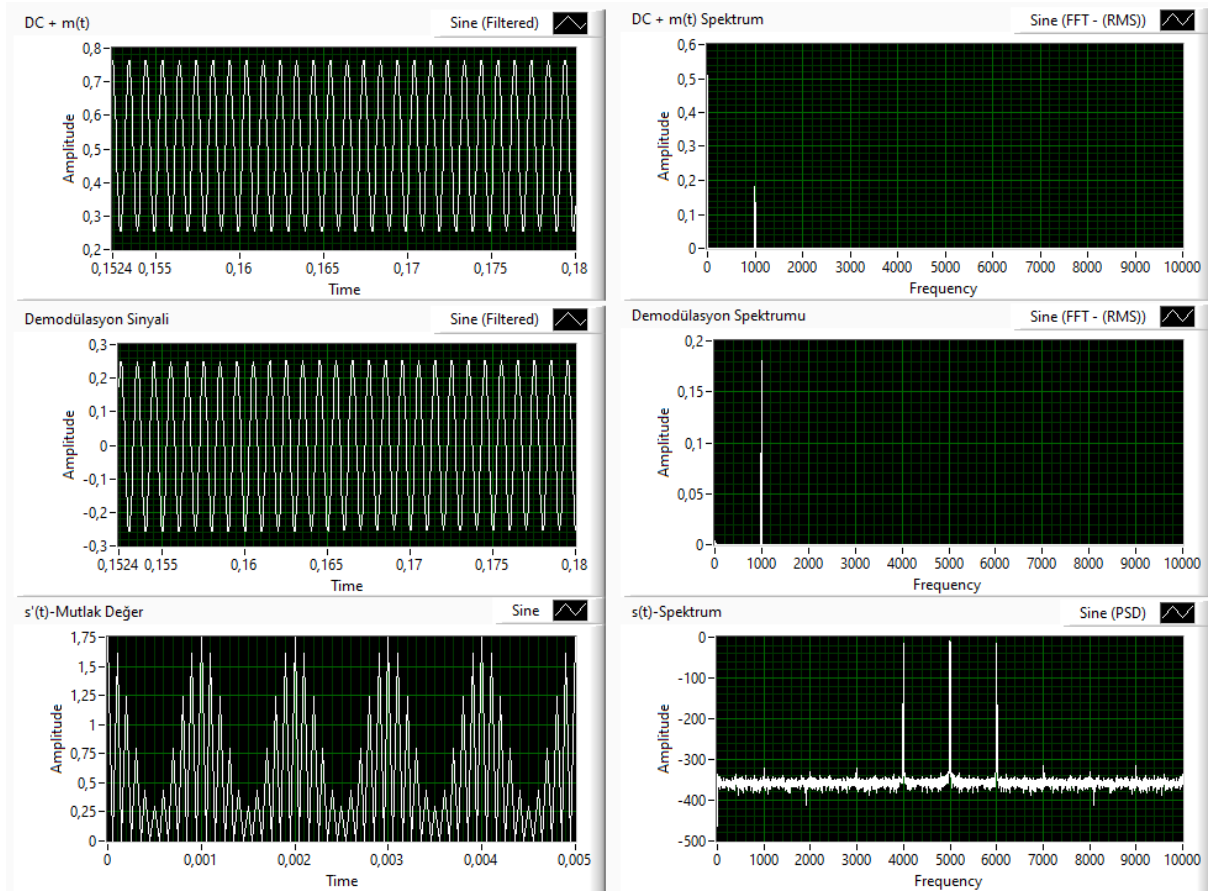
Şekil 8. Zarf Dedektörü Devresi

$s(t)$  çıkışını Genlik Modülasyonun alındıktan sonra **Şekil 8**'de verilmiş olan devreyi LabVIEW üzerinde tasarlıyoruz (**Şekil 9**) ve demodülasyon ( $m(t)$ ) çıkışını elde ediyoruz.



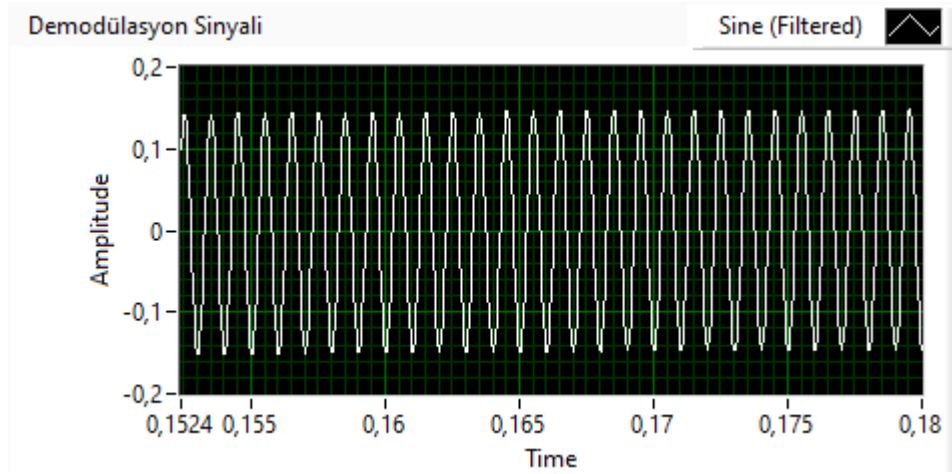
Şekil 9.Genlik Demodülasyonu

Ara düğümlerdeki sinyaller zaman ve frekans düzleminde çizdirilmiştir (**Şekil 10**).  $m(t)$ ,  $c(t)$  ve  $s(t)$  sinyali **Şekil 3**'teki gibidir. ( $k_a=0,7$   $F_M=500$   $F_C=5000$   $A_M=A_C=1$ )



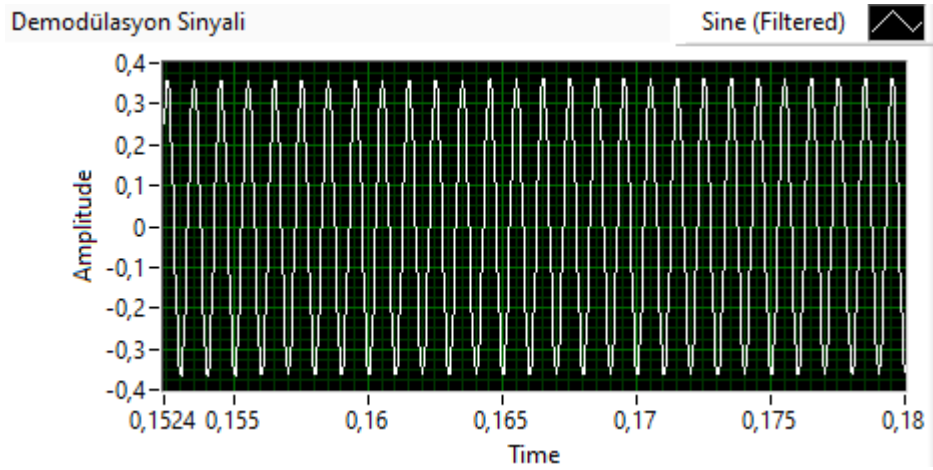
Şekil 10.ka=0.7

Şekil 11’de  $k_a = 0,4$  indeks değeri için demodülasyon sinyali çizdirilmiştir. ( $F_M=500$ ,  $F_C=5000$ ,  $A_M=A_C=1$ )



Şekil 11.Demodülasyon Sinyali

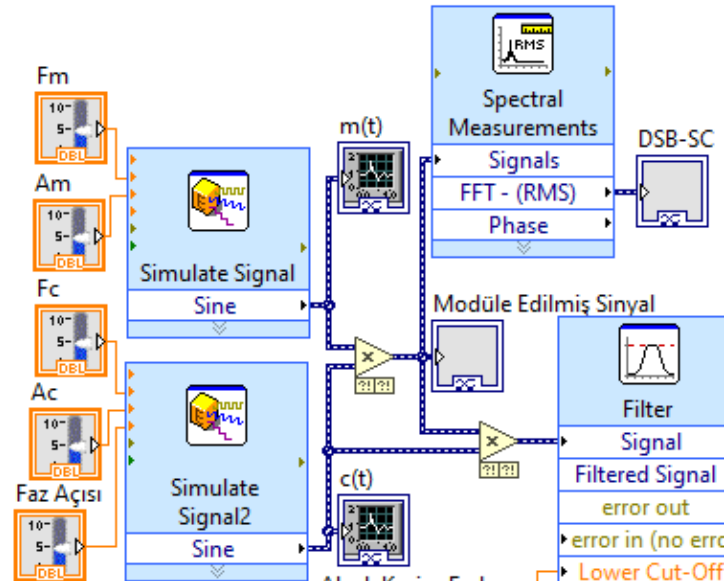
Şekil 12’de  $k_a = 1$  indeks değeri için demodülasyon sinyali çizdirilmiştir. ( $F_M=500$ ,  $F_C=5000$ ,  $A_M=A_C=1$ )



Şekil 12.Demodülasyon Sinyali

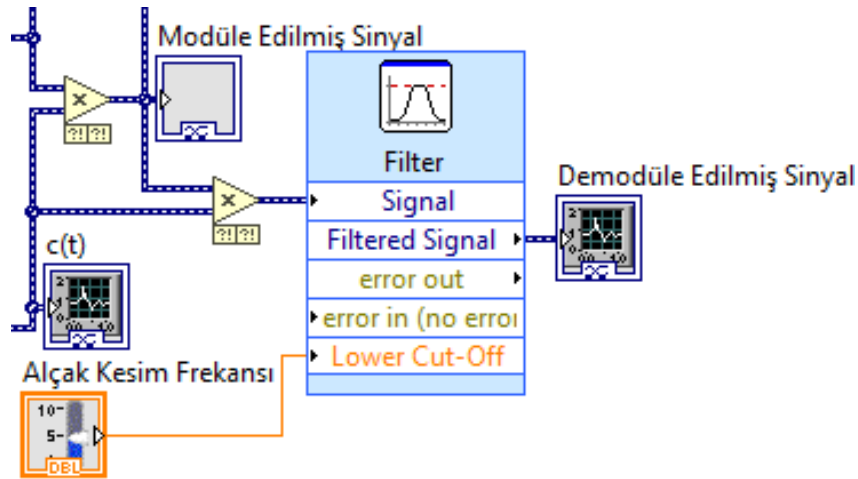
Şekil 10’a bakıldığında Mutlak değerden hemen sonraki alınan sinyalde DC sinyali olduğu görülmektedir bu sorunu Filter yardımı ile Bandpass özelliğini kullanarak frekans değeri 0 olan DC sinyalini geçirmemiştir. Şekil 10’da  $DC+m(t)$  sinyalinin ve demodülasyon sinyalinin spektrumuna bakıldığında görülmektedir.

## Deney Çalışması – ÇYB-TB



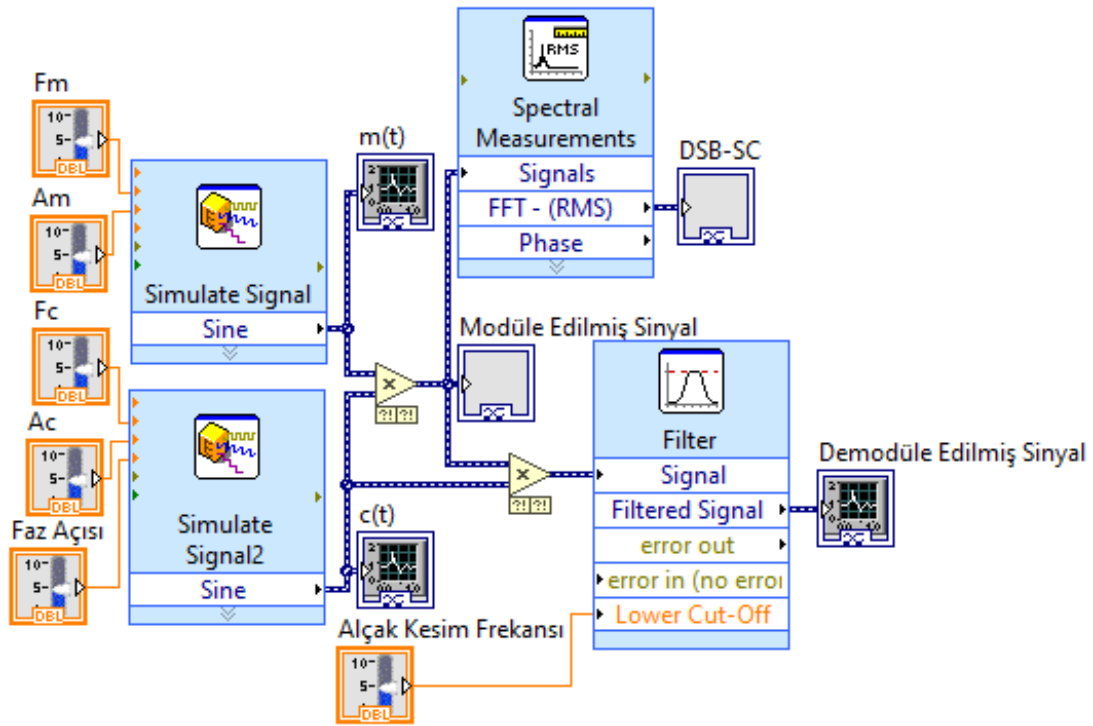
Şekil 13. ÇYB-TB modülasyon

Şekil 13’de çift yan bant taşıyıcı bastırılmış modülasyon benzetimi gerçekleştirilmiştir.  $s(t)=m(t).c(t)$  formülü kullanılarak devre tasarlanmıştır.



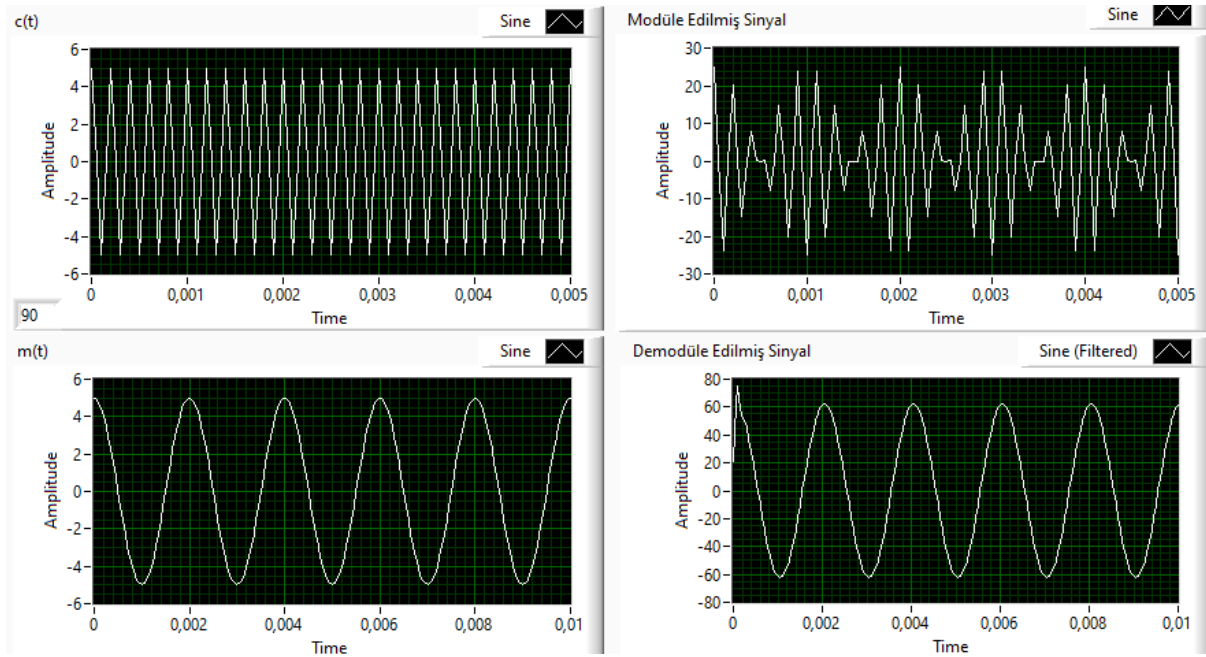
Şekil 14.ÇYB-TB demodülasyon

Şekil 14’de çift yan bant taşıyıcı bastırılmış modülasyon benzetimi gerçekleştirilmiştir.  $s(t)$  ve  $c(t)$  sinyalleri çarpılarak alçak kesim filtresinden geçirilip demodülasyon sinyali elde edilmiştir.



Şekil 15. ÇYB-TB modülasyon-demodülasyon

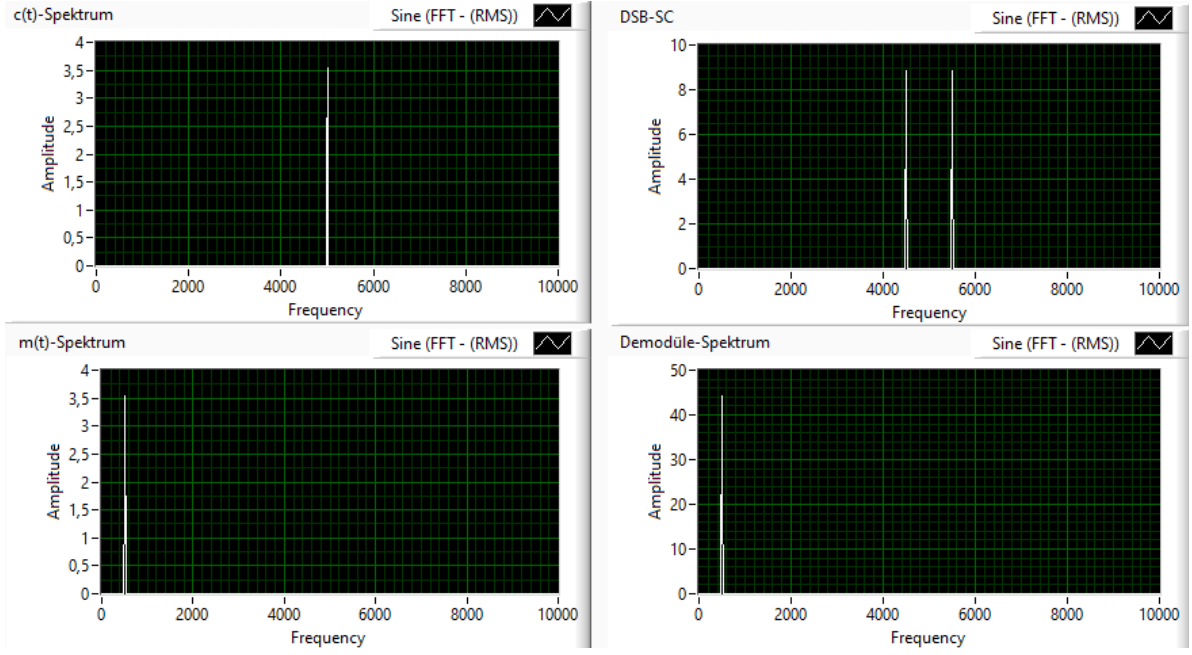
Şekil 15'deki devrenin giriş-çıkış ve ara düğümlerdeki sinyalleri zaman (Şekil 16) ve frekans (Şekil 17) düzleminde çizdirilmiştir. ( $F_M=500$ ,  $F_C=5000$ ,  $A_M=A_C=5$ )



Şekil 16. Zaman Düzleminde

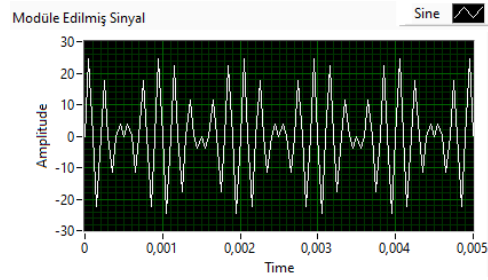
Taşıyıcı sinyalin **faz açısı** sol altında belirtilmiştir.



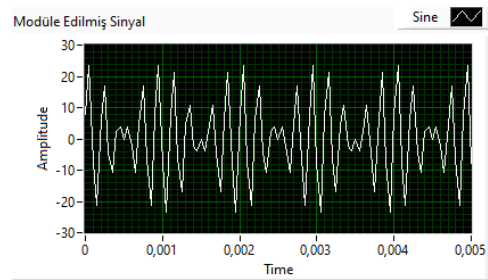


Şekil 17.Frekans Düzleminde

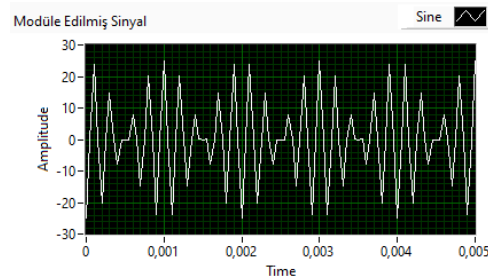
Taşıyıcı sinyalinin farklı faz açıları için modülasyon sinyalleri çizdirilmiştir (Şekil 18-19-20). Faz =  $\pi/2$  değeri Şekil 16’da gösterilmiştir.



Şekil 18. Faz = 0



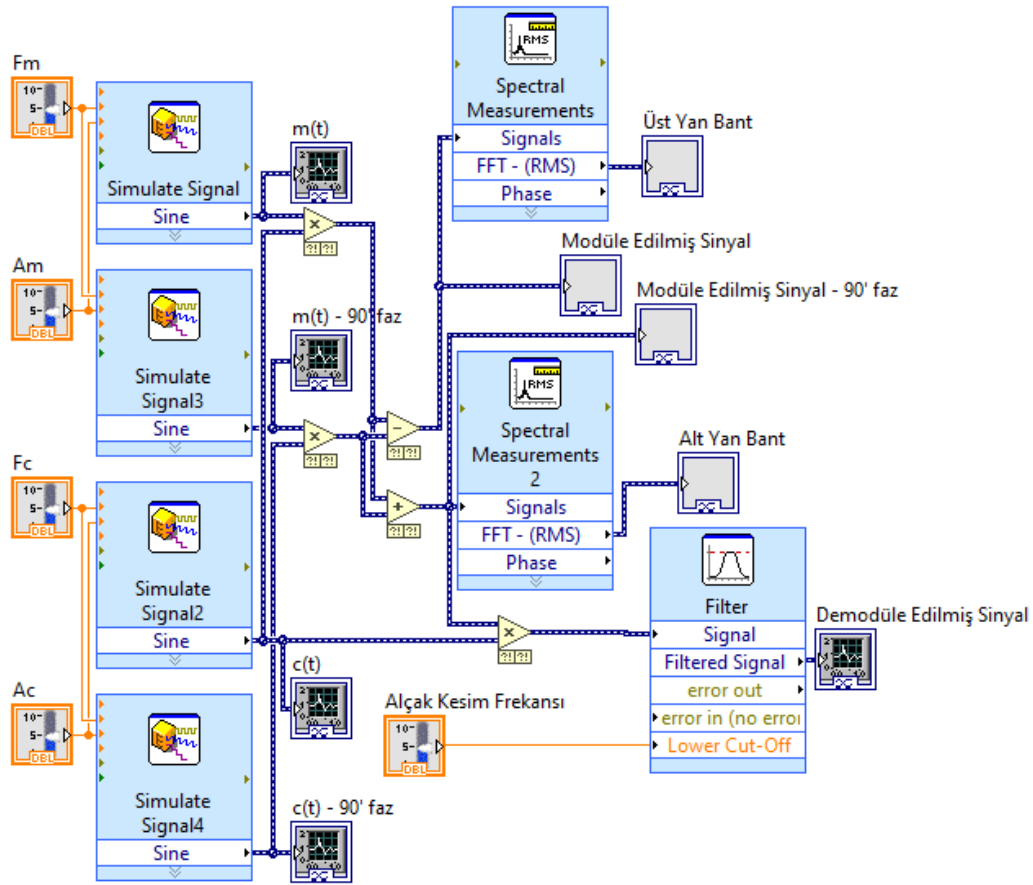
Şekil 19.Faz =  $\pi/10$



Şekil 20. Faz =  $3\pi/2$

Faz açılarının değişimi ile modülasyon sinyalinin peak noktasının sağ ve sol noktalarında değişim gözlemlenmiştir.

### Deney Çalışması – TYB-TB



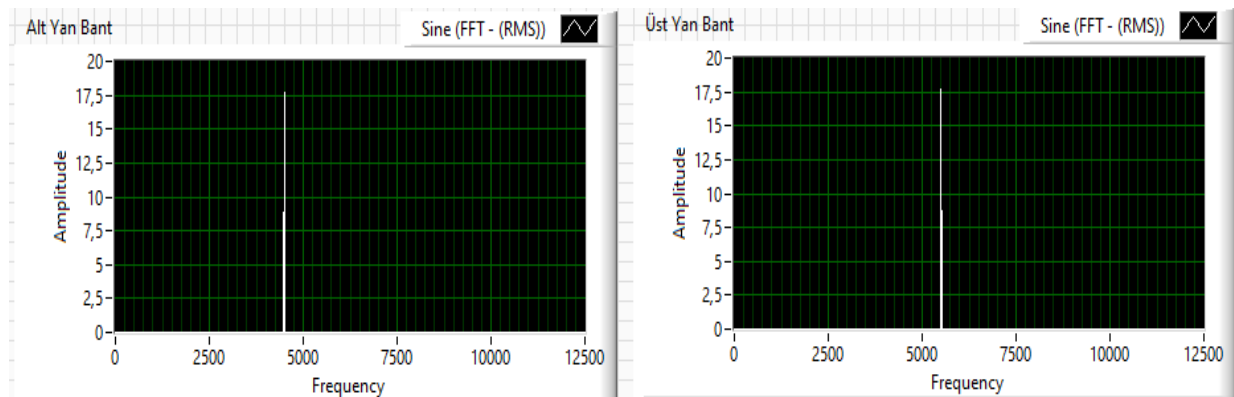
Şekil 21.TYB-TB modülasyon-demodülasyon

Şekil 21’de tek yan bant taşıyıcı bastırılmış modülasyon ve demodülasyon benzetimi gerçekleştirilmiştir.

$$s(t) = [m(t).c(t) \pm \hat{m}(t) \cdot \hat{c}(t)]$$

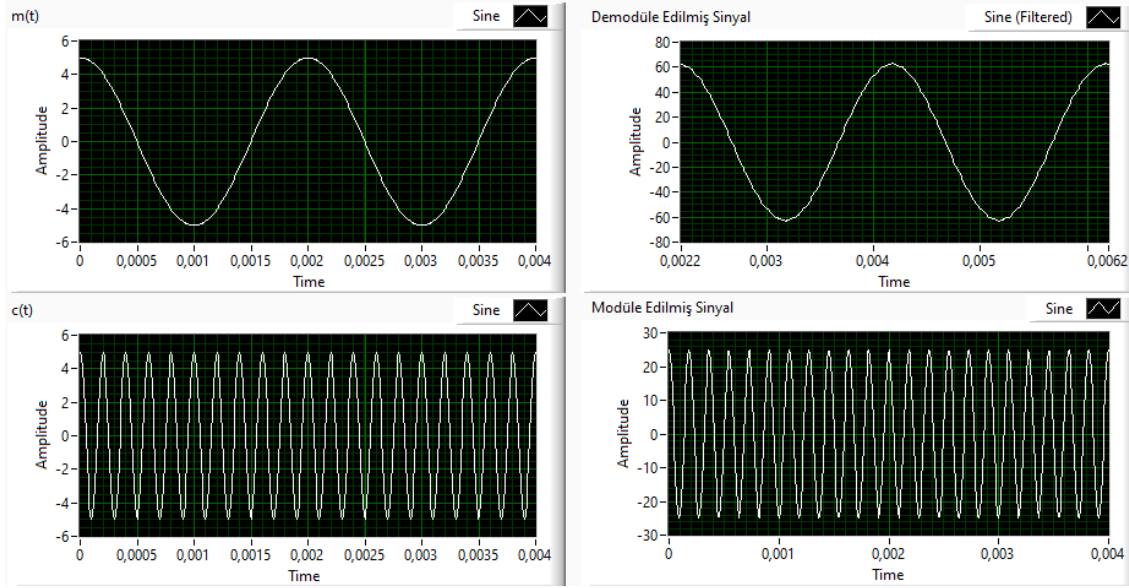
formülü kullanılarak devre tasarlanmıştır.

Şekil 22’de Üst ve Alt yan bant çizdirilmiştir.

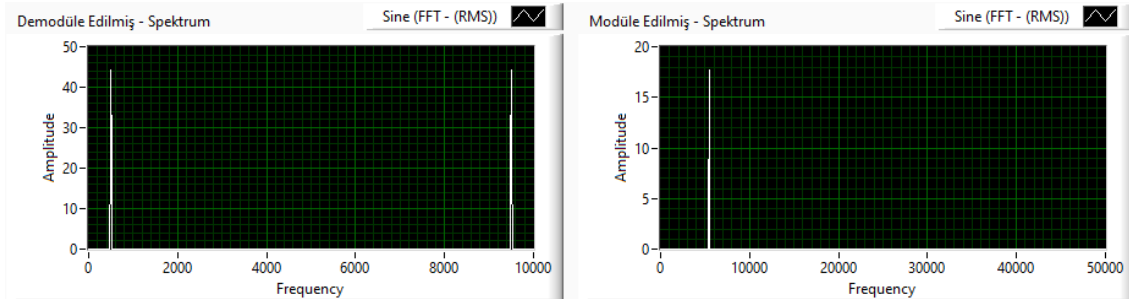


Şekil 22.Alt-Üst yan bant

Şekil 21'deki devrenin giriş-çıkış ve ara düğümlerdeki sinyalleri zaman (Şekil 23) ve frekans (Şekil 25) düzleminde çizdirilmiştir. ( $F_M=500$ ,  $F_C=5000$ ,  $A_M=A_C=5$ )



Şekil 23. Zaman Düzleminde



Şekil 24. Frekans Düzleminde

## Sonuç

Elde edilen grafiklerin kontrolü girilen değerler ile çıkan sinyallerin karşılaştırılmasıyla yapılmıştır ve doğru oldukları tespit edilmiştir. Tek tonlu genlik modülasyonu, zarf dedektörü, ÇYB-TB ve TYB-TB, teorik ve labview uygulamasında nasıl yapılacağı öğrenilmiştir. Deney boyunca  $k_a$  değeri 1'in üzerinde çıkarılmamıştır bunun sebebi ise sinyallerin bozulmasından kaynaklanmaktadır.