



ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
İLETİŞİM ve İLETİŞİM TEKNİĞİ DERSİ LABORATUARI

Deneye gelmeden önce föyün sonunda verilen **Laboratuvar Ön Çalışma Talimatları** kısmındaki soruları cevaplayınız. Cevaplarınızı bir A4 kağıdına yazıp deney sırasında teslim etmeniz gerekmektedir.

Ayrıca deney öncesi oluşturmanız istenen modelleri oluşturup hazırlıklı gelmeniz faydalı olacaktır.

GENLİK MODÜLASYONU VE DEMODÜLASYONU

Amaç:

- Çift Yan Bant Genlik Modülasyonu (ÇYB GM) (Double-Side-Band Amplitude Modulation: DSB-AM) ve Demodülasyonun teorik temellerini kavrayabilmek.
- Sinyalin zaman ve frekans domenindeki bileşenlerini analiz etmek.
- DSB-AM'nin Simulink Modelinde Toplanabilir Gauss Kanalının (AWGN) etkilerini incelemek.

Teorik Altyapı

a. Sinyaller ve Sistemler, Olasılık ve Gürültünün Gözden Geçirilmesi Ve Başlangıç Kılavuzu

Bir hatırlatma olarak, Sinyallerin ve Sistemlerin Gözden Geçirilmesi, Olasılık ve Gürültünün İncelenmesi tüm deneyler için yerinde olacaktır.

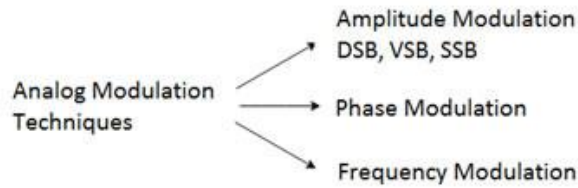
b. Analog İletişimin Temelleri

1895'te Marconi radyoyu icat ederek önemli bir buluşa imza attı. Daha sonra Trans-Atlantik İletişim Sistemlerinin temelleri atıldı. Sayısal iletişim sistemleri daha verimli, maliyet tasarrufu sağlayan, daha güvenilir olsa da, bazı iletişim sistemleri halen analogdur.



Şekil 1. Analog İletişimin Temelleri

Analog iletişim teknikleri şu şekilde özetlenebilir:



Şekil 2. Analog Modülasyon Teknikleri

Modülasyonun avantajları:

- Sinyal, taşıyıcının daha büyük bir frekansı ile modüle edildiğinde antenin boyutu küçülür.

Anten boyutu $L = \lambda = \frac{c}{f_c}$, burada ışık hızı $c = 3 \times 10^8 m/s$

- Modülasyon kullanımı sayesinde sinyaller uzayda uzun mesafelere iletebilmektedir. Bu nedenle Kablosuz İletişim teknikleri standartlarımızı önemli ölçüde yükseltmiştir.

- Modülasyon, aynı ortamda birden fazla sinyal iletmemizi sağlar (yani, Frekans Bölmeli Çoğullama, FDMA)

c. Genlik Modülasyonu ve Demodülasyonu

ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ İLETİŞİM ve İLETİŞİM TEKNİĞİ DERSİ LABORATUARI

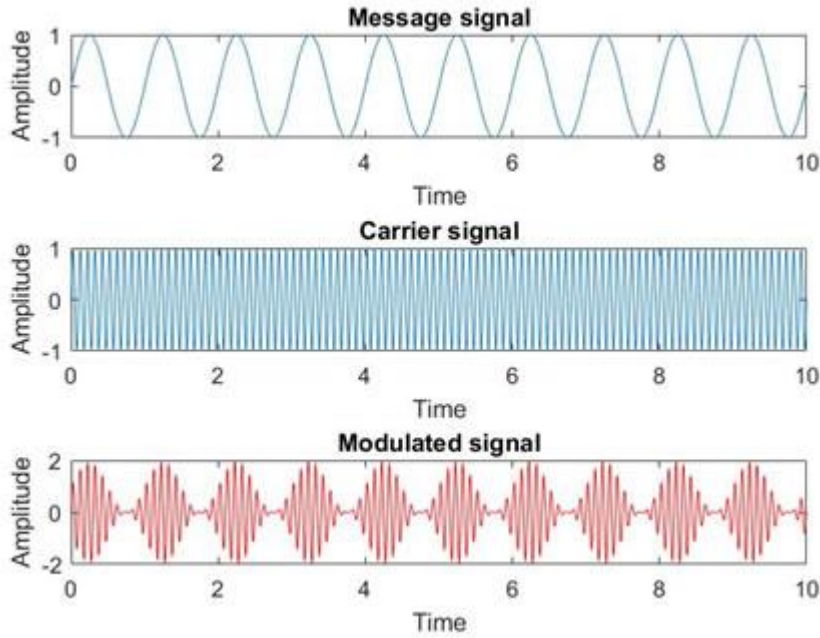
$\omega_c = 2\pi f_c$, saniyede radyan cinsinden taşıyıcı frekansı ve $f_c \gg W$ olsun. Daha sonra genliği modüle edilmiş sinyal $s(t)$ aşağıdaki gibi ifade edilebilir [1].

$$s(t) = A_c[1 + \mu m(t)]\cos(2\pi f_c t) = A_c \cos(2\pi f_c t) + A_c \mu m(t)\cos(2\pi f_c t) \quad (1)$$

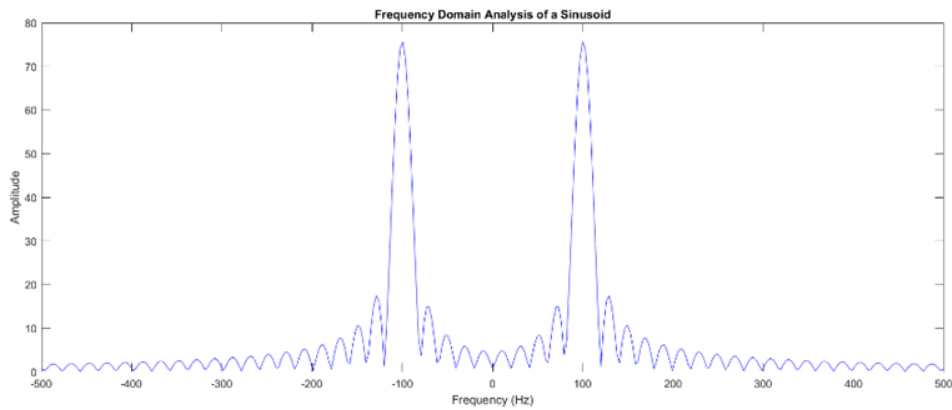
Burada μ , $-1 < \mu < 1$ aralığında tanımlanan modülasyon indeksidir. Yukarıdaki denklem geleneksel genlik modülasyonlu işareti göstermektedir.

Örnek olarak, aşağıdaki şekil $m(t)$ ile Genlik Modülasyonunu göstermektedir.

$m(t) = \sin(2\pi t)$, $A_c = 1$, $\mu = 0.9$, ve $f_c = 10\text{Hz}$,



Şekil 3. Genlik Modülasyonu dalga formları

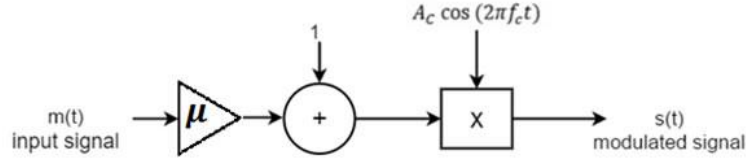


Şekil 4. $f=100\text{Hz}$ için $\sin(2\pi ft)$ 'nin frekans spektrumu

Hatırlatma: Modülasyon Özelliği; $m(t)$, $\cos(2\pi f_c t)$ ile çarpılır;

$$m(t) \times \cos(2\pi f_c t) \Leftrightarrow \frac{1}{2}[M(f - f_c) + M(f + f_c)] \quad (2)$$

Genel olarak, genlik modülasyonu aşağıdaki gibi özetlenir:



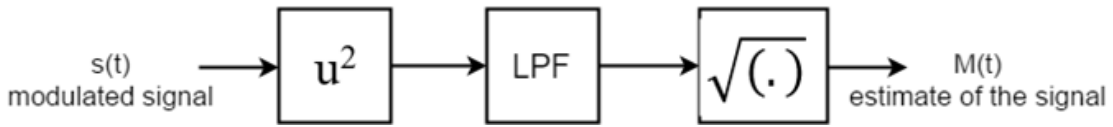
Şekil 5. Geleneksel genlik modülasyonu

Taşıyıcı olarak sinüs veya kosinüs dalgası kullanılabilir. Uygulamada, $\frac{\pi}{2}$ 'lik faz kayması dışında fark yoktur.

Demodülasyon

Genlik modülasyonunun demodülasyonu için Square-Law ve Zarf Dedektörü tekniklerini inceleyeceğiz.

Squaring (Kare alma) İle Demodülasyon



Şekil 6. Alınan işaretin karesini alarak demodülasyon

$$s^2(t) = A_c^2 [1 + \mu m(t)]^2 \cos^2(2\pi f_c t) \text{ ve } \cos^2(2\pi f_c t) = \frac{1}{2} (1 + \cos(4\pi f_c t))$$

$$s^2(t) = \frac{A_c^2}{2} [1 + \mu m(t)]^2 + \frac{A_c^2}{2} [1 + \mu m(t)]^2 \cos(4\pi f_c t) \quad (3)$$

Filtreleme işlemi (LPF, alçak geçiren süzgeç) ile yüksek frekans bileşenleri kaldırılır.

$$LPF \text{ çıkışı} = \frac{A_c^2}{2} [1 + \mu m(t)]^2 \quad (4)$$

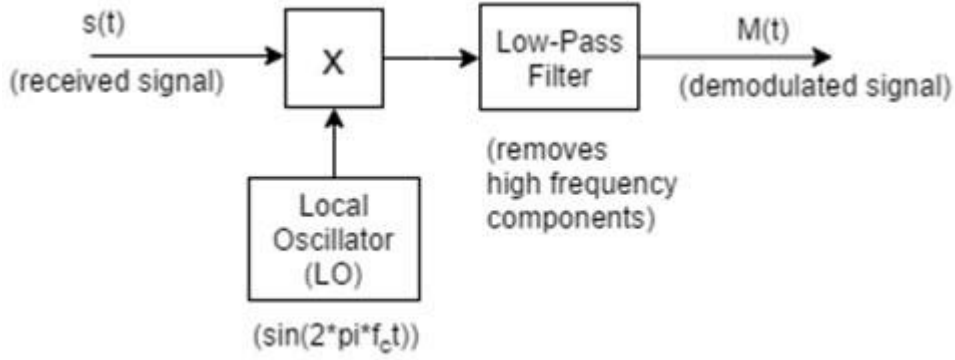
Karekök işlemi sonucunda aşağıdaki sinyal elde edilir.

$$M(t) = \frac{A_c}{\sqrt{2}} [1 + \mu m(t)] \quad (5)$$

Senkronize Demodülatör

Senkronize demodülatör blok diyagramı aşağıdaki gibidir

ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ İLETİŞİM ve İLETİŞİM TEKNİĞİ DERSİ LABORATUARI

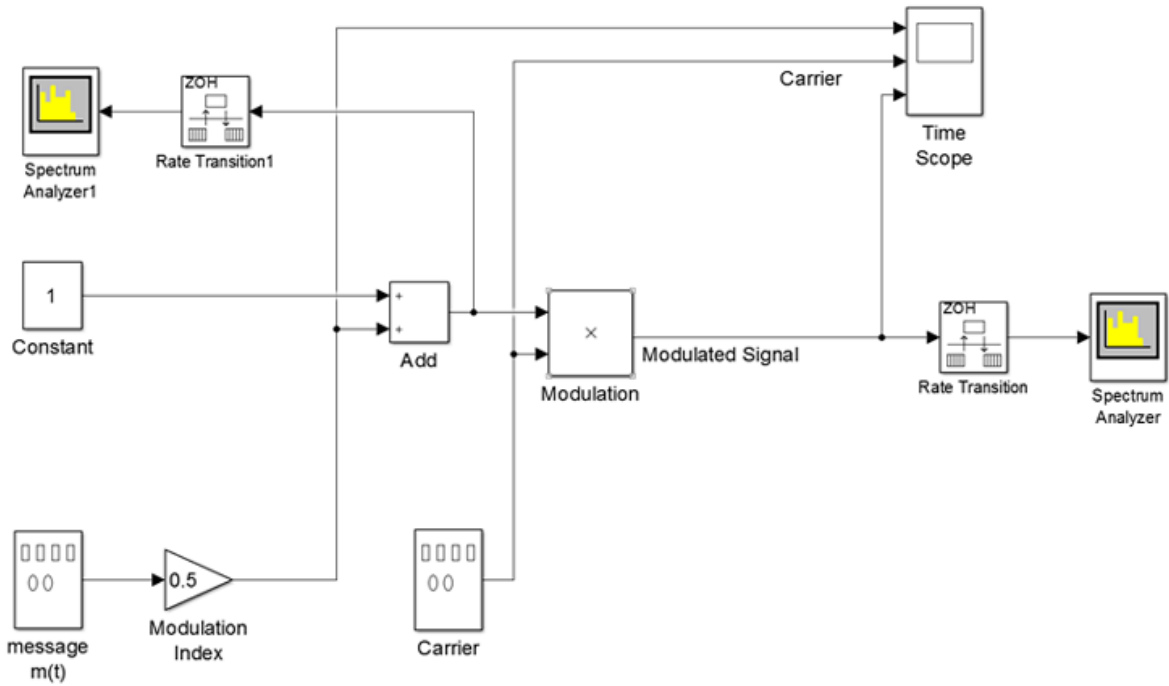


Şekil 7. Senkronize demodülatör

Doğadan kaynaklanan gürültü (yani beyaz gürültü) bu tür analog iletimlerde (AM veya FM) mükemmel şekilde filtrelenemez yani alçak geçiren filtre çıkışında da bulunur.

Genlik Modülatörü ve Demodülatörünün Simulink Modelini Oluşturma

Bir Genlik modülatörünün Simulink tasarımı aşağıdaki gibidir.



Şekil 8. Simulinkte Genlik Modülasyonu Modeli

Parametreler:

- Sinyal üreticisine çift tıklayın ve frekansı bir sinüs dalga olarak 1 kHz'e ayarlayın.
- Taşıyıcı sinüs dalga frekansını 20 kHz olarak ayarlayın.
- Sinyalleri açıkça görmek için simülasyon süresini 0.01 olarak ayarlayın.
- Rate transition'da sample time değerini taşıyıcı frekansının 4 katı hızda örnekleme yapılacak şekilde (1/8e4) olarak ayarlayın.

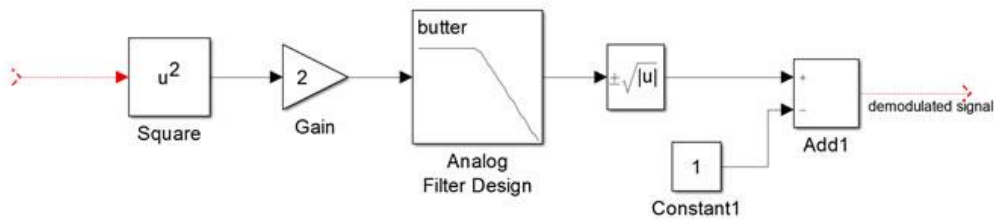
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ İLETİŞİM ve İLETİŞİM TEKNİĞİ DERSİ LABORATUARI

- Ayrıca TimeScope özelliklerini View menüsünden Configuration Properties altından Number of input ports: 3 olarak ve yine View menüsü altından Layout'u alt alta 3 grafik olacak şekilde değiştirin.
- Simülasyonunuzu çalıştırın.
- Spektrum analizörünü gözlemlemek için lütfen simülasyon süresini 1 veya 2 saniyeye yükseltin.

Açıkça görüleceği üzere, genlik modülasyonu modeli tam teorik bölümde sağlanan matematiksel temel üzerine kurulmuştur. Mesaj sinyali, modülasyon endeksi ile çarpılır ve daha sonra bir DC taşıyıcı eklenir, genlik modülasyonlu sinyali iletmek için bir sinüzoidal taşıyıcı sinyal ile çarpılır.

Demodulasyon (Square-Law Demodulator)

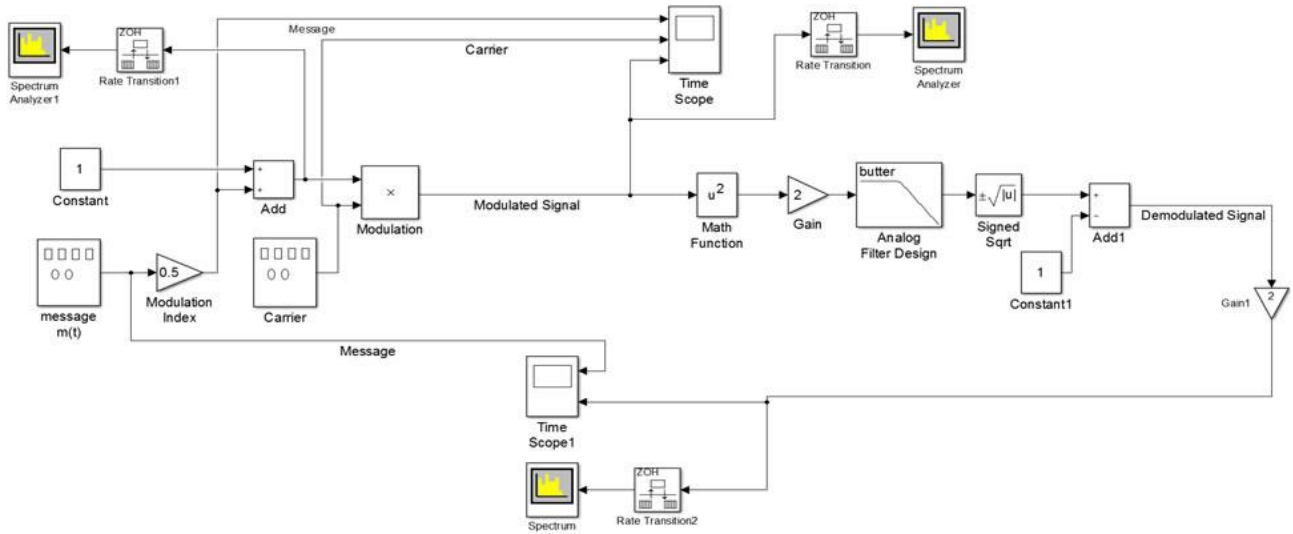
Benzer prosedürü uygulayın. Aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi demodülasyon yapısına sahip olacaksınız:



Şekil 9. Simulinkteki Square-Law-Demodulator Modeli

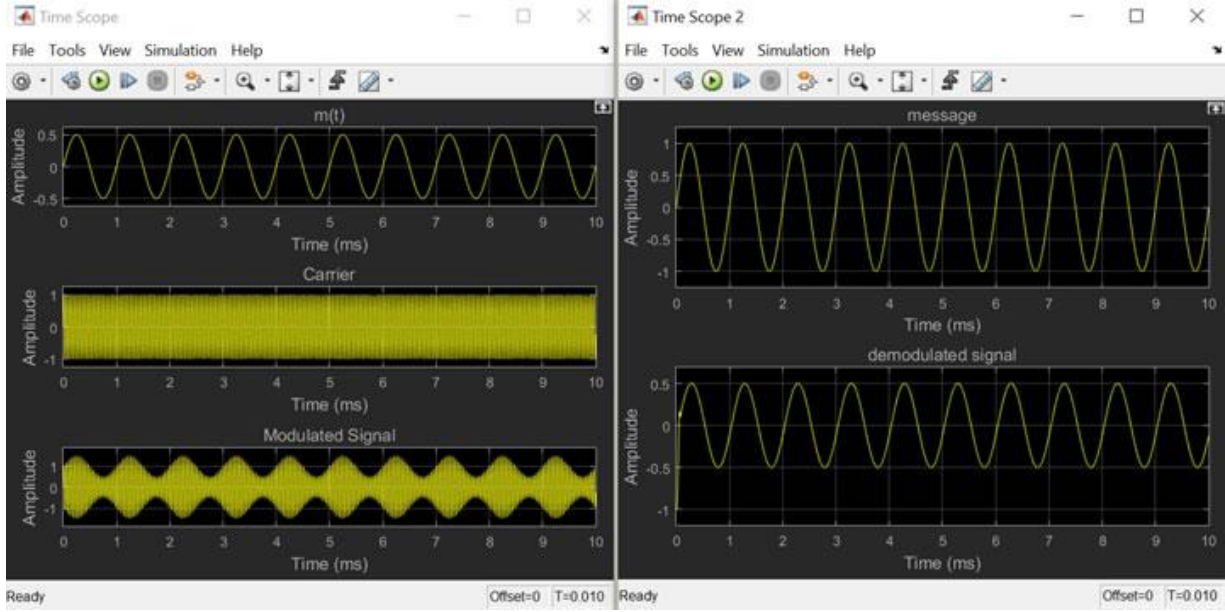
- Band kenar frekansını $2 * \pi * X$ olarak belirleyin

Modülasyon ve demodülasyon modellerini gösterildiği gibi bağlayın.



Şekil 10. DSB-AM

Modelinizi çalıştırın, ardından aşağıdakileri gözlemleyin:



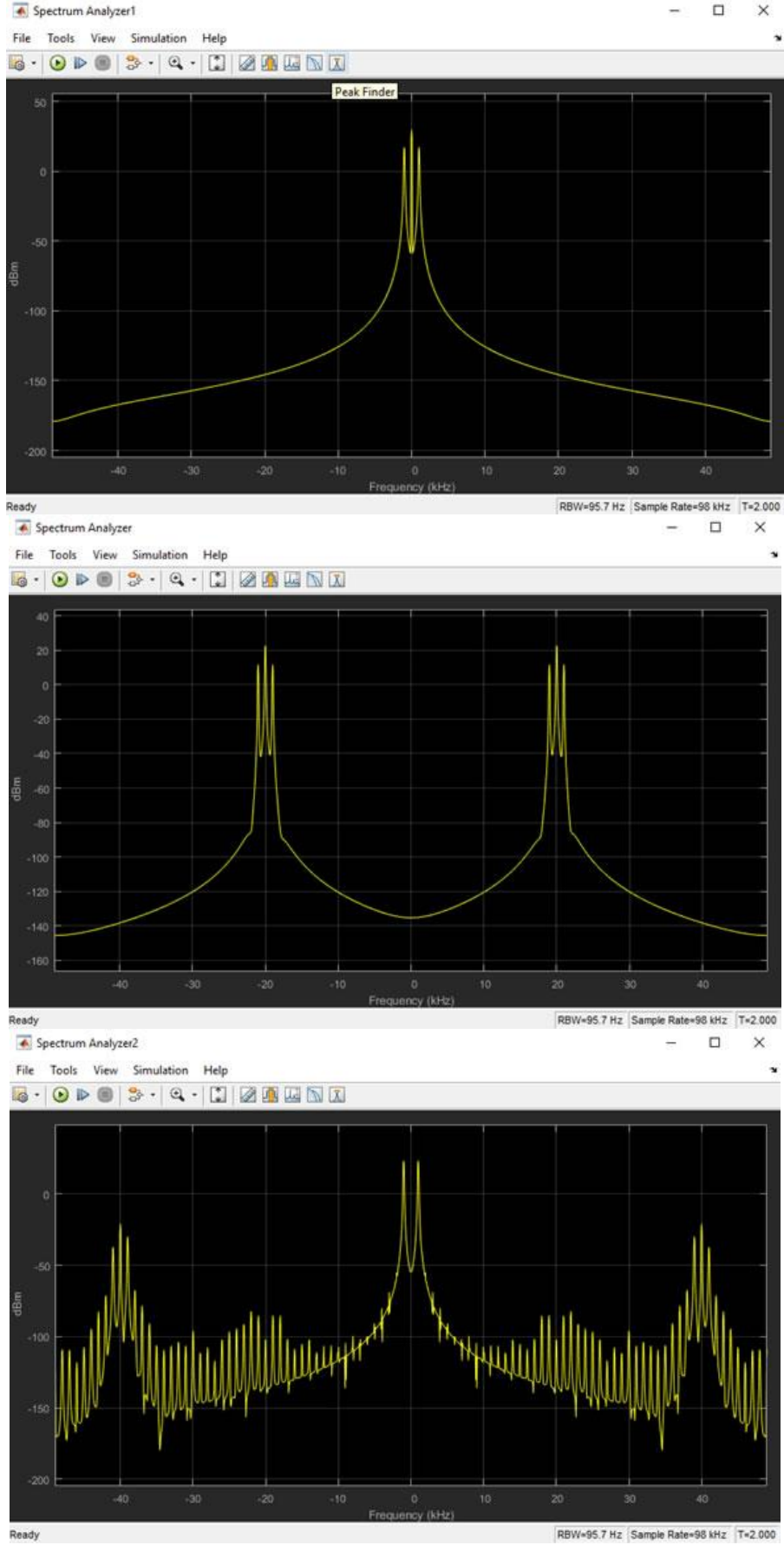
Figure

Şekil 11. Zamandaki sinyaller

Simülasyon süresi, spektrum analizörleri için 2 saniye olarak seçilir.

ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

İLETİŞİM ve İLETİŞİM TEKNİĞİ DERSİ LABORATUARI



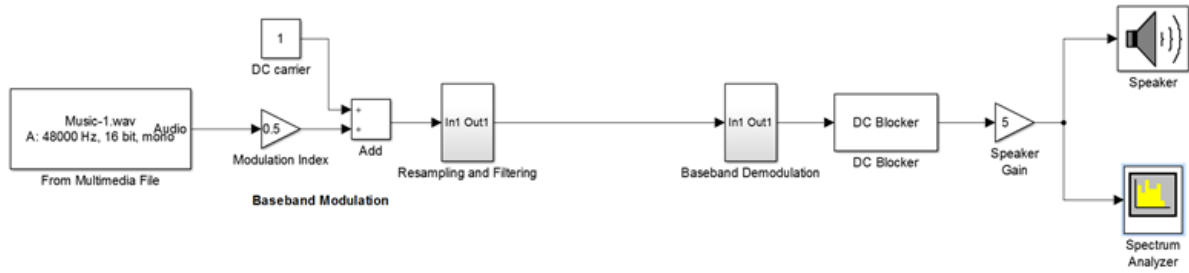
Şekil 12. Tüm Spektrum Analizörlerindeki Sonuçlar

DSB-AM Modülatörü ve Demodülatörü (Baseband) Kullanarak Müzik İletiminin Simülink Modelinin Oluşturulması

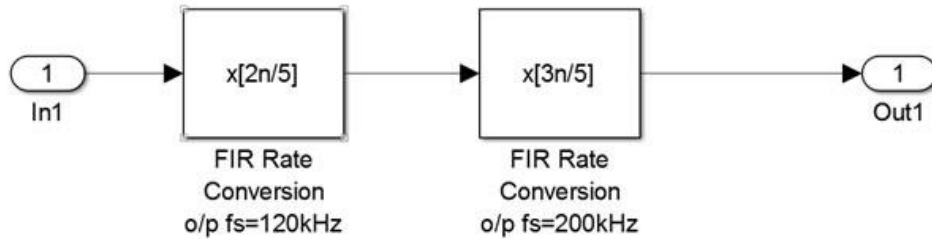
Burada, DSB-AM ana bant modülatörünü ve demodülatörü bir müzik dosyası kullanarak bir kaynak olarak uygulayacağız. Bu durumda, kaynak, saf bir sinüs dalgası yerine bir multimedia dosyası olduğundan yeniden örnekleme ve filtreleme olan DSP sürecine ihtiyacımız var. Tabiki tüm sinyal işleme sürecinden sorumlu tutulamazsınız fakat örnekleme oranını, hız dönüştürmeyi, sonlu dürtü tepkisini (FIR), bozulma ve enterpolasyon vb. öğrendiğinizde bunları çok kullanışlı bulacaksınız. Ayrıca aşağıdaki kaynağı kontrol edebilirsiniz:

Chapter 3, Multiresolution Signal Decomposition, Ali N Akansu, Haddat.

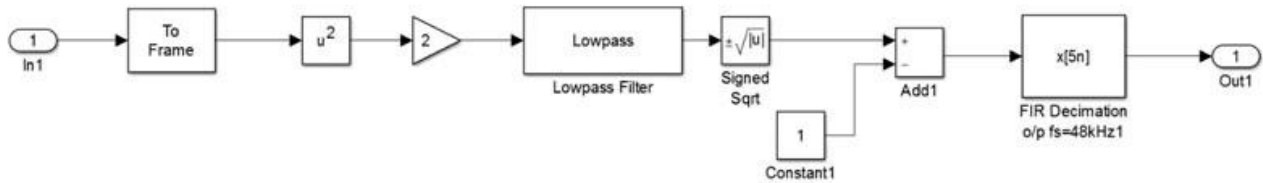
Model aşağıda gösterilmiştir. Not: DC Blocker Simulate using: Interpreted Execution olarak ayarlanmalıdır.



Şekil 13. DSB-AM kullanarak Müzik İletiminin Simulink modeli



Şekil 14. Yeniden Örnekleme

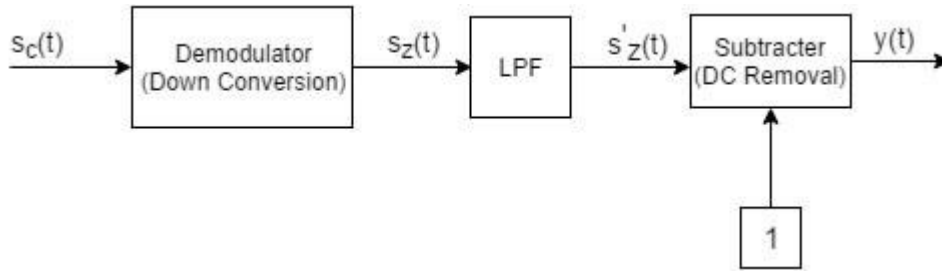


Şekil 15. Temelband Demodülasyon

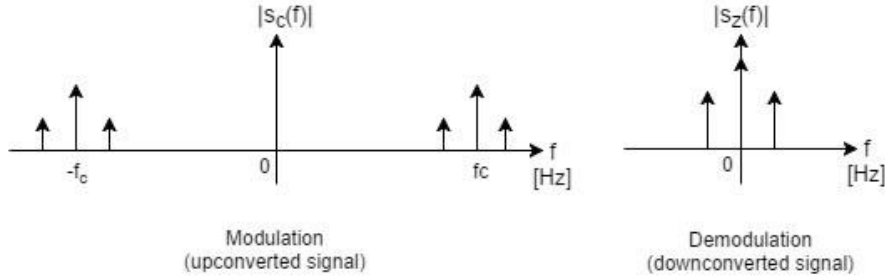
Laboratuvar Ön Çalışma Talimatları

Laboratuvara gelmeden önce aşağıdaki soruları A4 kağıdına cevaplayınız. Soruların cevaplarını laboratuvara gelirken yanınızda getiriniz.

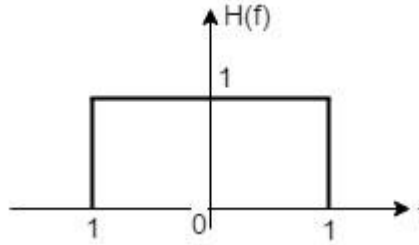
1. Aşağıdaki dalgaların genlik spektrumlarını elle çizin.
 - a. $1 + \sin(4\pi t)$
 - b. $A_c[1 + \sin(4\pi t)]\cos(80\pi t)$, burada A_c pozitif sayıdır
2. Mesaj sinyali $m(t) = \sin(4\pi t)$ olduğuna göre
 - a. $|M(f)|$ 'yi elinizle çizin.
 - b. Bu mesaj, bir taşıyıcı $\cos(80\pi t)$ üzerinde DSB-AM modüle edilmişse, karşılık gelen geçişband modülasyonlu sinyali $s_c(t)$ 'yi bulun ve $|S_c(f)|$ 'yi elle çizin.
 - c. Bir demodülatörün girişi olan alınan sinyal $s_c(t)$, aşağıdaki gibidir.



Demodülasyondan sonra geçiş band alışı sinyali temel banda dönüştürülür. Bu işlem basitçe:



LPF aşağıdaki özelliklere sahiptir:



d. $y(t)$ 'yi bulun ve $m(t)$ ile karşılaştırın. Sinyali geri elde edebildiniz mi? Sonucunuzu yorumlayın.

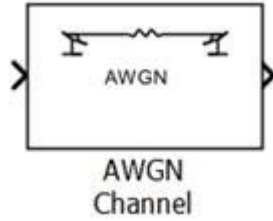
Laboratuvarda Yapılacak Çalışmalar

1. [Senkronize Dedektör]

Şekil 8'de verilen modeli oluşturun ve ardından blok parametrelerini aşağıdaki gibi ayarlayın:

ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ İLETİŞİM ve İLETİŞİM TEKNİĞİ DERSİ LABORATUARI

- $m(t)$ 'nin frekansı $1kHz$ 'dir ve örnekleme zamanı $1/100kHz$ 'dir.
 - taşıyıcı: $10kHz$, Faz: $\pi/2$ ve örnekleme zamanı: $1/100kHz$
 - Yerel Osilatör (LO): taşıyıcıyla aynı.
 - Filtre: alçak geçiren, F_s : $100kHz$, F_{pass} :6 ve F_{stop} :12
 - Simülasyon süresini 50k/100k olarak ayarlayın.
 - Modelinizi çalıştırın
 - a. Spektrum analyzer'ları gözlemleyin, sonra dalga formlarını frekans noktasından açıklayın (İpucu: modülasyon özelliklerini unutmayın). Sonucunuzu yorumlayın.
 - b. Simülasyon süresini 500/100k olarak değiştirin (sinüs dalgasını net bir şekilde görmek için). Zaman kapsamındaki sinyalleri karşılaştırın. Bilgi sinyali $m(t)$ elde edilebildi mi? İki sinyal arasında herhangi bir gecikme var mı? Evet ise, açıklayalım neden?
2. Kılavuzda açıklanan AM modülatörü ve demodülatörün (Şekil-10) Simulink modelini oluşturun. Analog filtrenin geçiş bandı kenar frekansını belirlemelisiniz. Ardından, blokların teorik yanını açıklayın. Gösterimlerde μ modülasyon indeksi, $m(t)$ bilgi işareti vb. olan notasyonu kullanınız.
3. İletimin doğası gereği, belirli frekanslarda mesaj farklı seviyelerde gürültüyle bozulabilir (renkli gürültü, beyaz gauss gürültüsü gibi). Aşağıdaki bloğa "İlave Beyaz Gauss Gürültüsü" denir.



AWGN kanalını bağlayın. Mask varyansı sırasıyla 0.01, 0.05, 0.1 ve 0.5 olarak ayarlayın. Her durumda ne gözlemliyorsunuz? Sonucunuzu yorumlayın.

4. Modülasyon indeksi μ 'yü sırasıyla $-10, -5, -0.9, -0.1, 0.5, 0.9, 5, 10$ olarak ayarlayın.
- a. Her bir durumda modüle edilmiş sinyalin dalga formuna ne olur?
 - b. Hangi değerlerde demodülasyon doğru yapılabilir? Neden?