

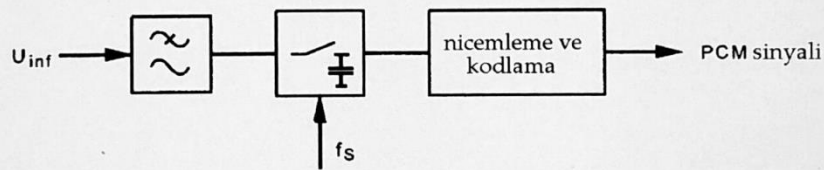
**ESKİŞEHİR TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**HAVACILIK VE UZAY BİLİMLERİ FAKÜLTESİ**  
**HEE/UGMB BÖLÜMLERİ**

<b>Dersin Adı</b>	: HEE230 Haberleşme Sistemleri Laboratuvarı I
<b>Laboratuvar Adı</b>	: Haberleşme Sistemleri Laboratuvarı
<b>Deney Türü</b>	: Gözlem ve Uygulama
<b>Uygulama Adı</b>	: Darbe Kod Modülasyonu
<b>Uygulama Süresi</b>	: 2 ders saati/grup
<b>Başlangıç Tarihi</b>	: .../.../20..
<b>Bitiş Tarihi</b>	: .../.../20..

## 1. DENEY İLE İLGİLİ TEMEL BİLGİLER

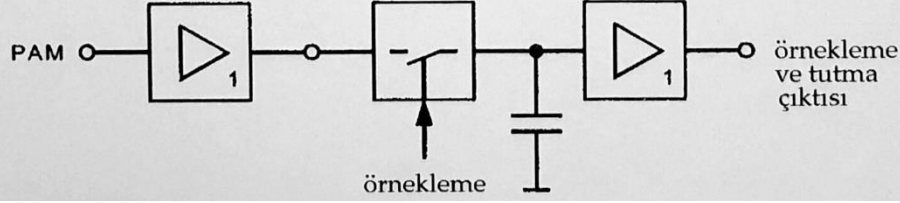
- **Teorik Ön Bilgi\***

AM ve FM gibi diğer modülasyon tekniklerinden edinilen bilgilerden şunları biliyoruz: Bozuk sinyallerin etkisi mesaj sinyalini geniş bir frekans bandına yayarak epeyce azaltılabilir. İletim hattındaki bozuklukları ve sapmaları azaltmanın diğer bir yolu iletim için sayısal sinyaller kullanmaktır. Sayısal bilgi bir low-pass filtre kanalından temel band sinyali olarak doğrudan iletilebilir veya bir band-pass filtre kanalından taşınabilir. Sayısal bilgi mesaj sinyalini nicemleme aralıkları olarak adlandırılan belirli genlik safhalarına ayrıştırarak elde edilir. Bu aralıkların her biri bir kod kelimesine atanır. Genlik safhalarının çözünürlüğü ne kadar iyi olursa, nicemleme aralık sayısı o kadar büyük olur ve ikili kodların durum sayısı da o denli çok olur. İletim için bilgi sinyalinin her anlık değerini kodlamak ve nicemlemek gerekli değildir. PAM tekniği ile sağlanan özel örnekleme değerleri yeterlidir. Bundan dolayı darbe genlikli modülasyon (PAM) darbe kodu modülasyonu (PCM) bir ön safha olarak sık sık kullanılır. Darbe kodu modülatörün temel prensibi aşağıda gösterilir.



Şekil 1

Bilgi sinyali low-pass filtresiyle band genişliğinde sınırlandırılır(örnekleme teoreminin  $f_s > 2.f_{inf}$  gereksinimi).Bilgi sinyalini sınırlayan frekans bandı, örnekleme frekansı  $f_s$  ile örneklendirilir.Nicemleme ve kodlama sonsuz hızlı olmadığından, gelecek örnek varana kadar örnekleme değeri sabitinin genliğini tutmak gereklidir.Bu gereklilik tutucu bir devre ile mümkündür.Örnek ve tutma bir birim oluşturur ve örnek ve tutma devresi olarak bilinir.Bu devre ayrıca darbe genlik modüleli sinyallerin demodülasyonu için de kullanılır.



Şekil 2

Kontrollü anahtar bilgi geriliminin anlık değerini kapasitöre uygular.Kapasitör bu kısa zamanda şarj edilir.Hızlı şarj etmeye imkan vermek için anahtarın açık durum direnci ve kaynağın iç direnci düşük olmalıdır.

Anahtar açıldıktan sonra kapasitör bir sonraki darbe varana kadar bu gerilim değerini tutmalıdır.Bunun için yüksek bir boşalma zaman sabitine ihtiyaç vardır.Bu yüksek boşalma zaman sabiti anahtarın çok yüksek omik değerde olduğu zaman ve takip eden safhanın giriş direncinin çok yüksek olduğunda elde edilir.Bundan dolayı gerilim yüksek omik empedans çeviriciyle kapasitörden çekilir.

Bilgi sinyalini genlik değerlerinin sınırlı sayısına nicemleme, nicemleme hatası olarak adlandırılan bir hataya sebep olur.Bu hatadan dolayı meydana gelen gürültü de nicemleme gürültüsü olarak bilinir.Bu hata nicemleme safhalarının sayısını arttırarak ve böylelikle daha dar bir safha genişliği elde ederek azaltılabilir.Fakat iletim sisteminde daha fazla bit ve bu nedenle daha büyük bir band genişliği gerekli olacaktır.Hata sinyalinin sinyal gücü sadece safha genişliğine bağlıdır, yararlı sinyal genliğine bağlı değildir.Buradan sinyal-gürültü oranının küçük yararlı genliklerde daha düşük olduğu anlamı çıkar.

$$S_Q = 10 \lg \frac{P_{inf}}{P_Q}$$

$S_Q = \text{sinyal/nicemleme sinyal-gürültü oranı}$   
 $p_{inf} = \text{bilgi sinyal gücü}$   
 $P_Q = \text{nicemleme gürültü gücü}$

Genlik bölmelerinin düzensiz ayrışmasından dolayı, düzenli bir sinyal-gürültü oranı geniş bir genlik aralığında elde edilir.

CCITT'ye göre, doğrusal olmayan nicemleme telefon iletiminde kullanılır.Şekil 7.1.3'te gösterilen 13 parçalı gürültü engelleme(compander) karakteristiği kullanılır.Telefon iletimi için PCM'de 256 genlik safhası veren 8 bitlik kelime yerleştirilmiştir.Bu, 8 kHz 'lik bir örnekleme frekansında 8 bit . 8 kHz = 64 kbit/s 'lik standart bit oranını verir.

\* Konuya ilişkin detaylı bilgiler ders esnasında verilecektir. Öğrenciler deney föyünde yer alan ve ders sırasında verilen bilgilerden sorumludur.

- **Deney Seti/Malzeme Listesi**

Osiloskop, Modülasyon seti

- **Kaynaklar**

Haberleşme Lab.Modülasyon Deney Seti Deney Kitabı, Çokesen

## 2. DENEYDE DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR:

- Yapılacak deneyler ve tarihleri, dersi veren öğretim elemanı tarafından duyurulur. Deney konuları ve tarihleri laboratuvar girişine asılacak deney çizelgesinden takip edilebilir.
- Deneye gelmeden önce yapılacak deneyle ilgili dokümanlara çalışarak deneye gelinir.
- Deney sırasında elektrik çarpmasına karşı tüm önlemlerin alındığından emin olunması gerekir.
- Devre montajı yaparken güç kaynağının kapalı olduğundan emin olunur.
- Devreye enerji vermeden önce yapılan bağlantıların doğruluğu kontrol edilir.
- Tüm bağlantıların doğruluğundan emin olduktan sonra ilgili araştırma görevlisi gözetiminde devreye besleme gerilimi verilir. Eğer devre beklediği gibi çalışmıyorsa hemen besleme gerilimi kapatılarak devre kontrol edilir.
- Devre üzerinde değişiklik yaparken (eleman ekleme/çıkarma, bağlantı değiştirme) gerilim kaynağının kapalı olduğundan emin olunur.
- Diğer grupları rahatsız etmemek ve daha olumlu bir çalışma ortamı sağlamak için laboratuvarlarda mümkün olduğu kadar sessiz çalışılır.
- Laboratuvarlarda hiç bir şey yenilmez ve içilmez.
- İlgili öğretim elemanından habersiz işlem yapılmaz.

## 3. DENEY İÇİN ÖN GEREKLİLİKLER:

- Deneye gelmeden öğrenciler deney föyünü okuyup gelmiş olmalıdır.

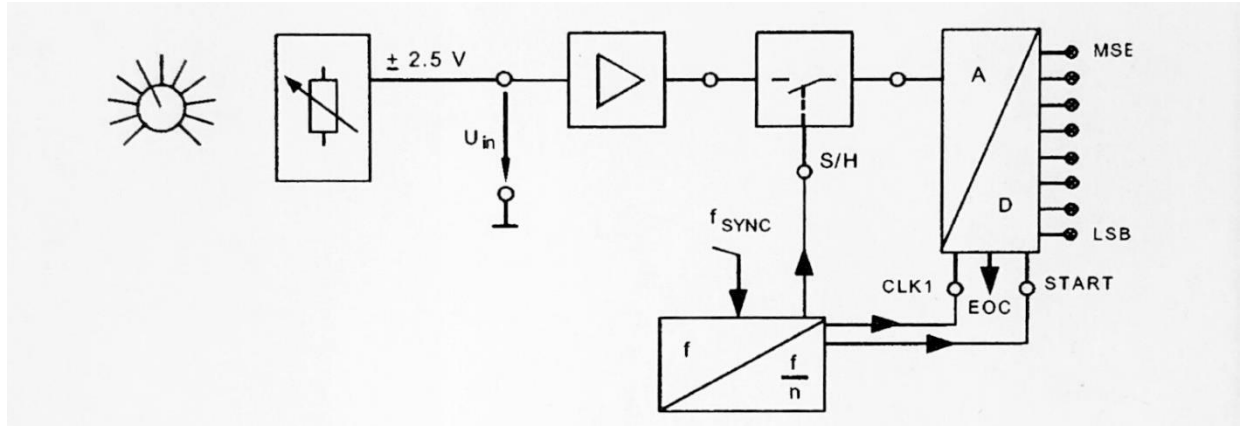
## 4. UYGULAMANIN AMACI:

Deney sonunda öğrenci;

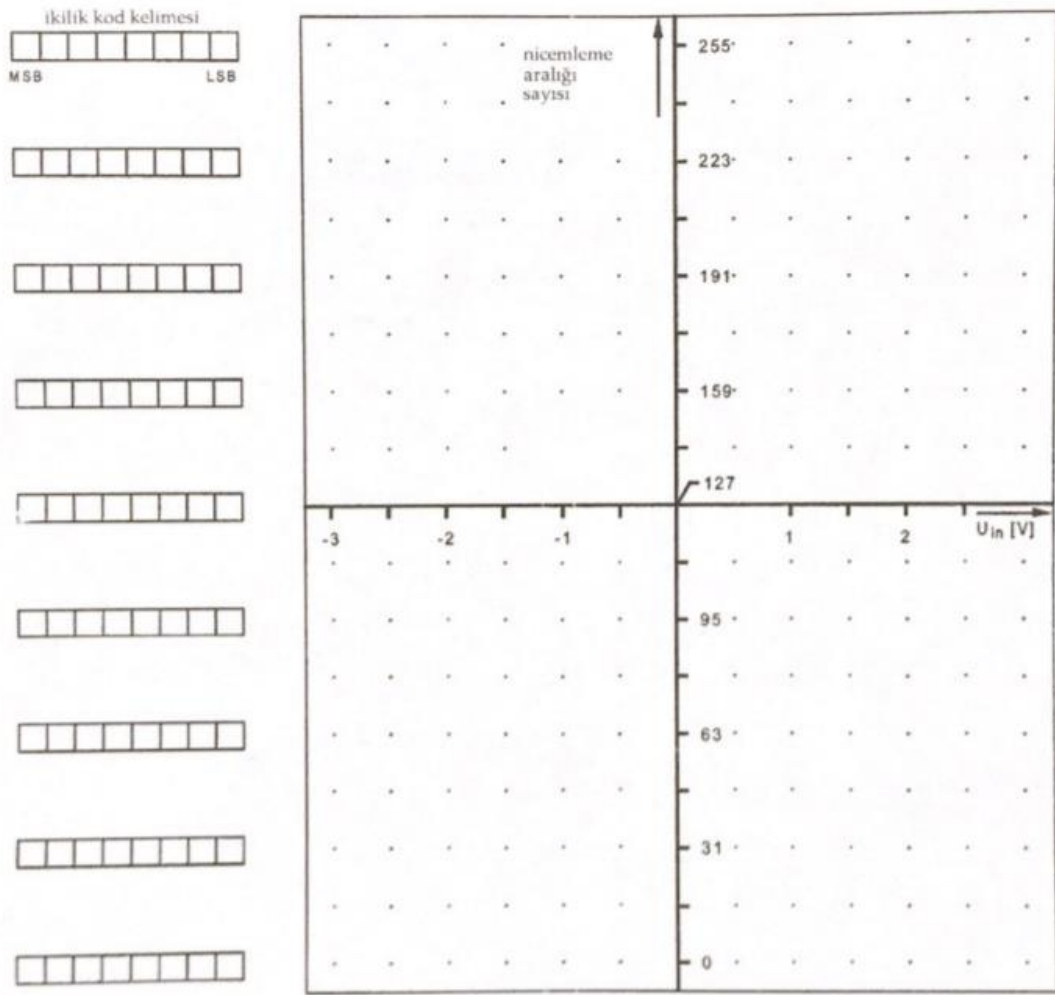
- Darbe kod modülasyonunu öğrenecektir.

## 5. UYGULAMANIN YAPILIŞI :

- a) Şekil 3'te verilen devreyi kurunuz.
- b) Sonuçları Şekil 4'te verilen tabloya çiziniz.



Şekil 3



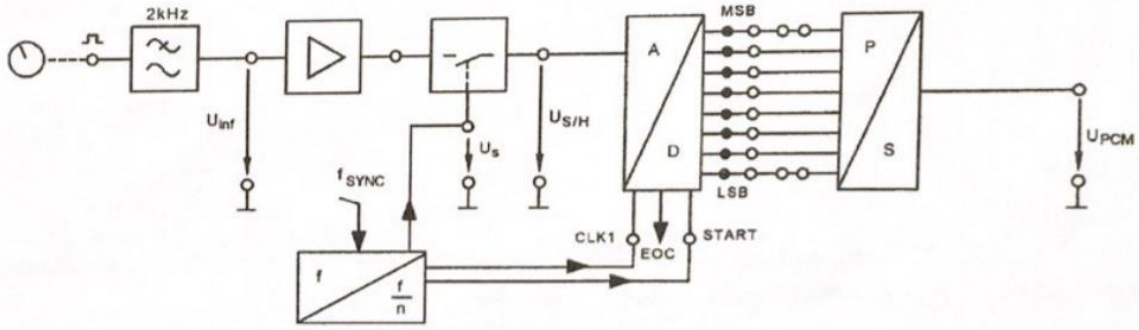
Şekil 4

- c. Şekil 5'te verilen devreyi kurunuz.  
d. Sonuçları Şekil 6'da verilen tabloya çiziniz.

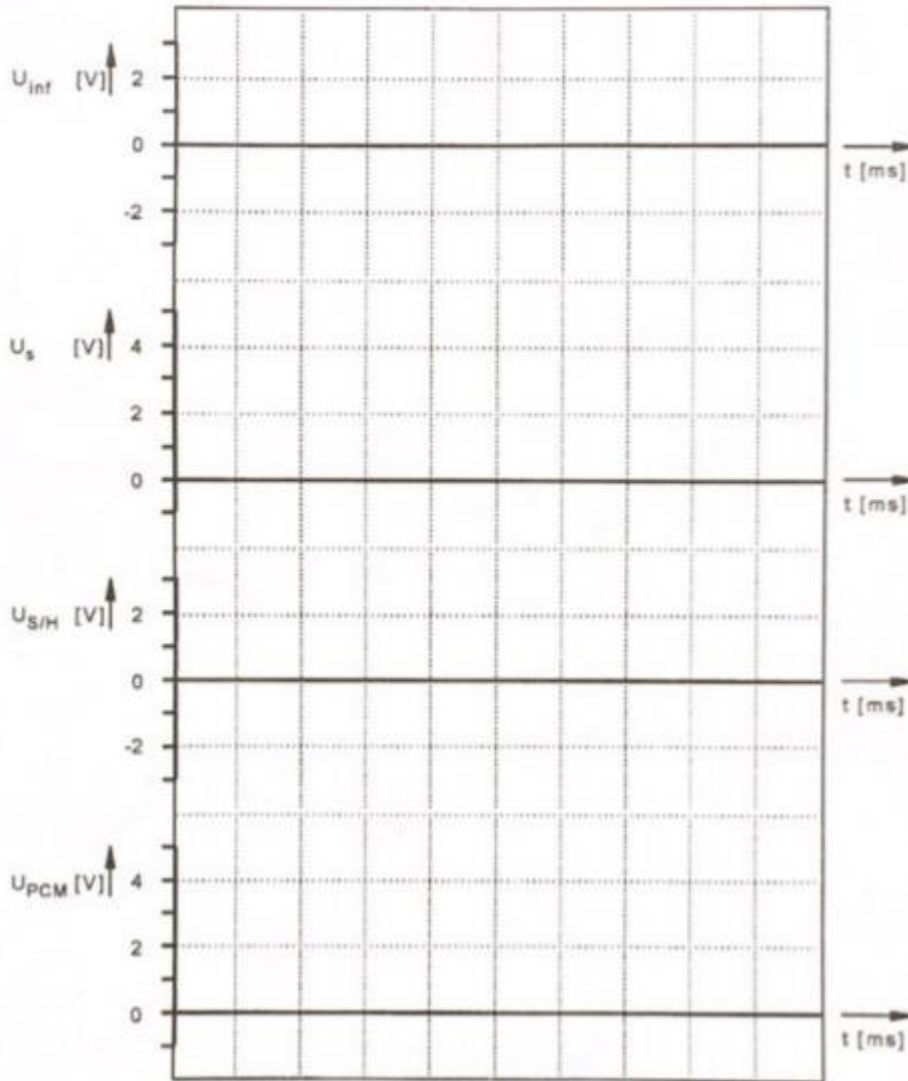
Şekil 5 için  $U_{in} f$   $f = 2\text{kHz}$  ve  $u = 2.6\text{ V}$  olarak verilmiştir.



### Deney düzeneği ve işleyişi



Şekil 5



Şekil 6