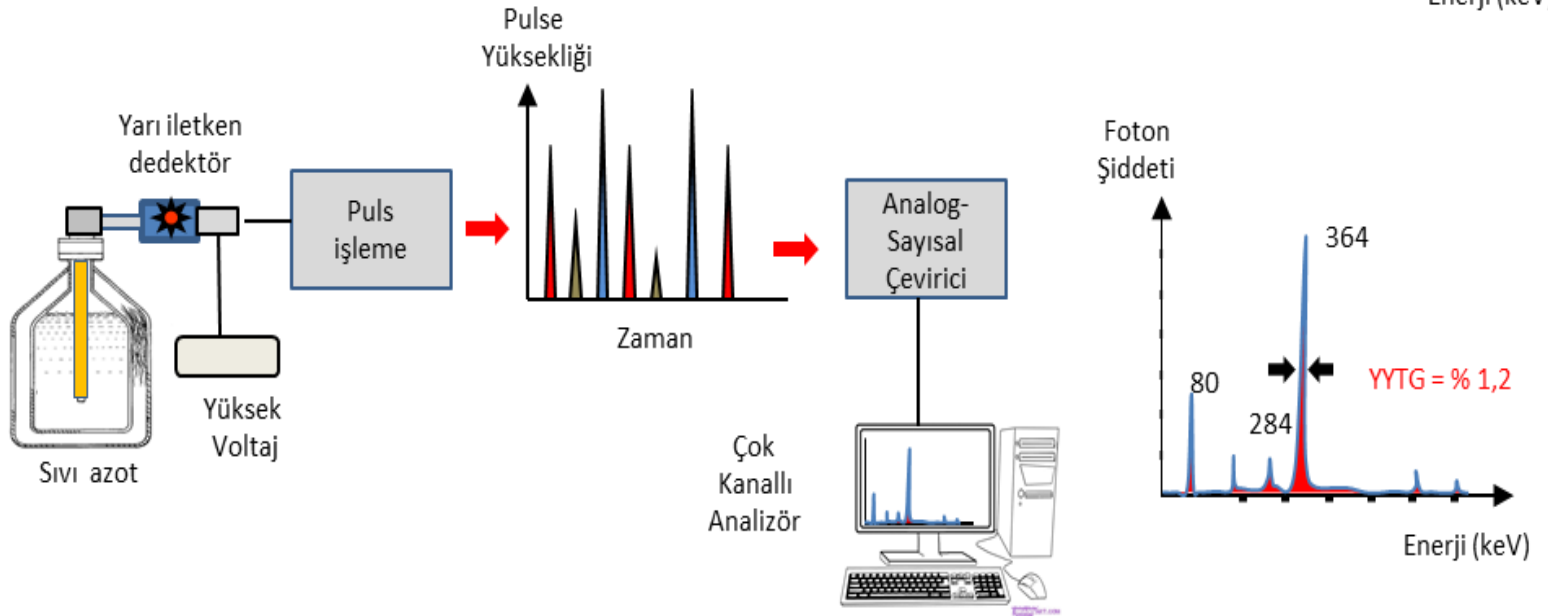
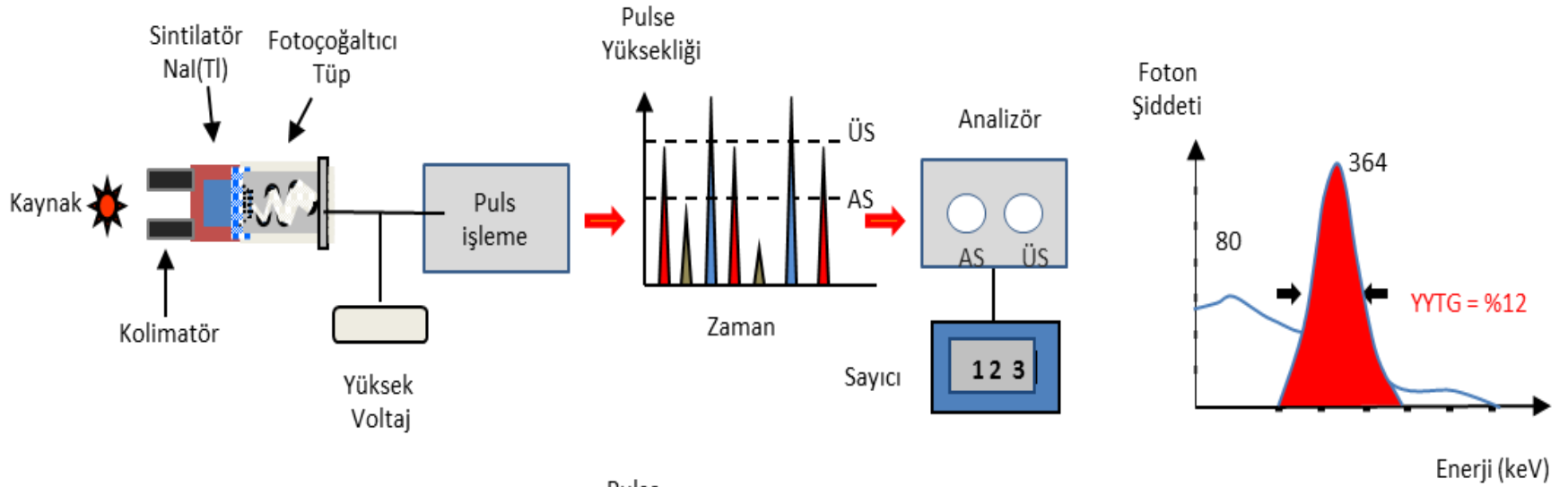


**GAMA SAYIM SİSTEMLERİNDE KULLANILAN
ELEKTRONİK KOMPONENTLER VE PULS
ŞEKİLLENDİRİLMESİ**

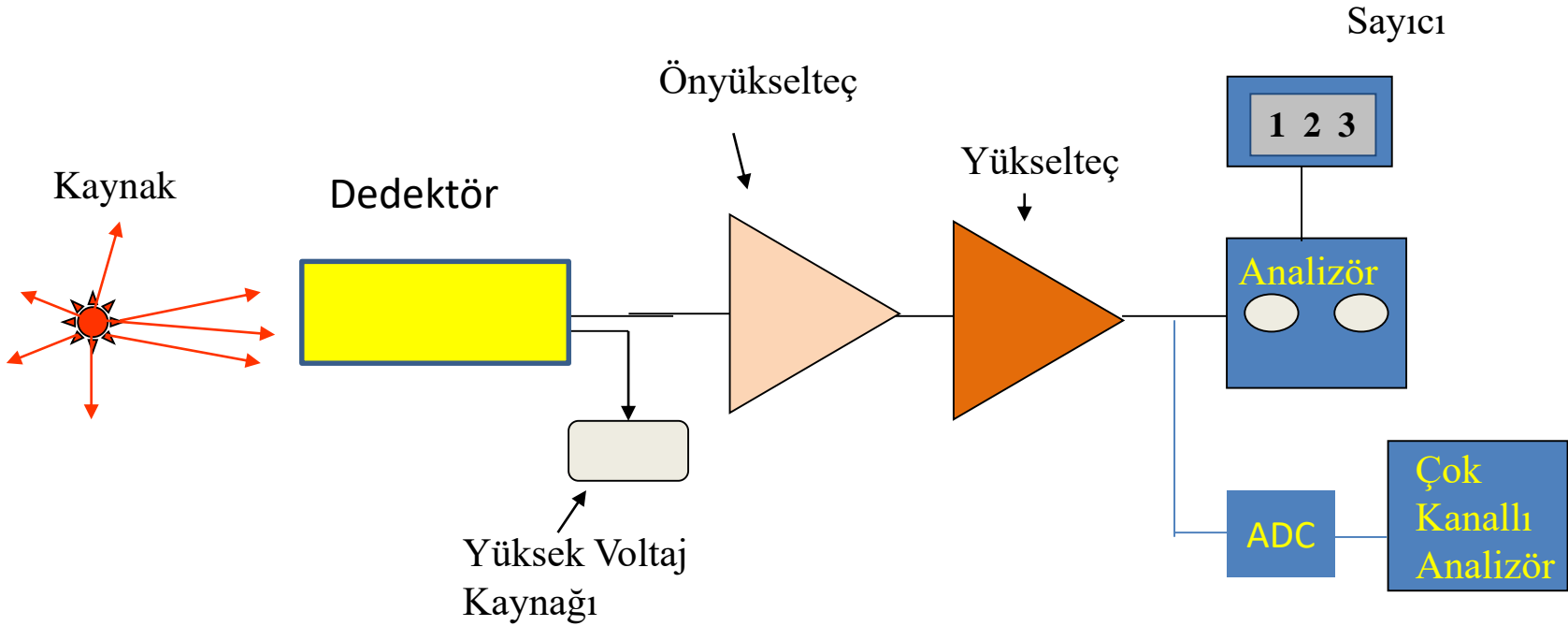
Prof. Dr. Dođan BOR

Konu 9 -10

PULS ANALİZ SİSTEMLERİ



PULS SAYIMI İÇİN ELEKTRONİK KOMPONENTLER



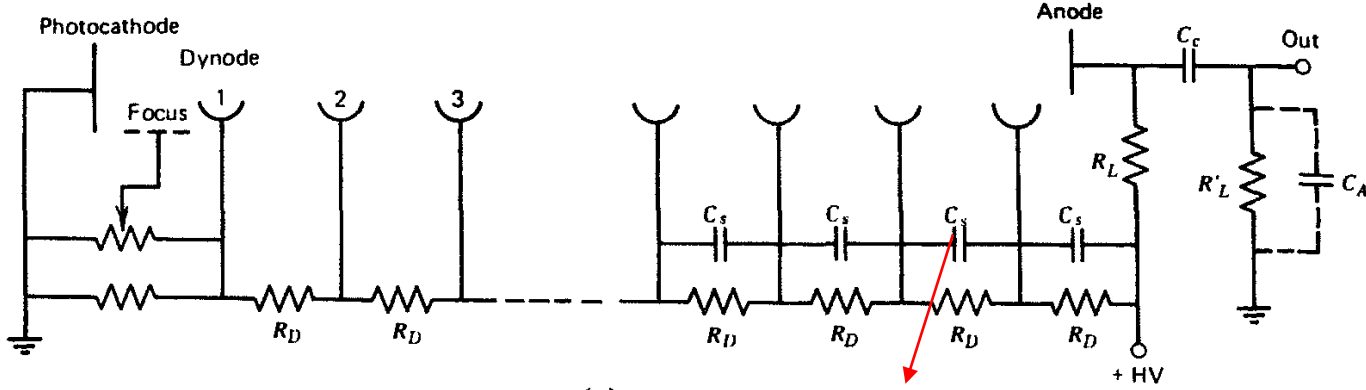
DEDEKTÖR BESLEME VE YÜKSEK VOLTAJ KAYNAKLARI

Yüksek voltaj kaynaklarının özellikleri:

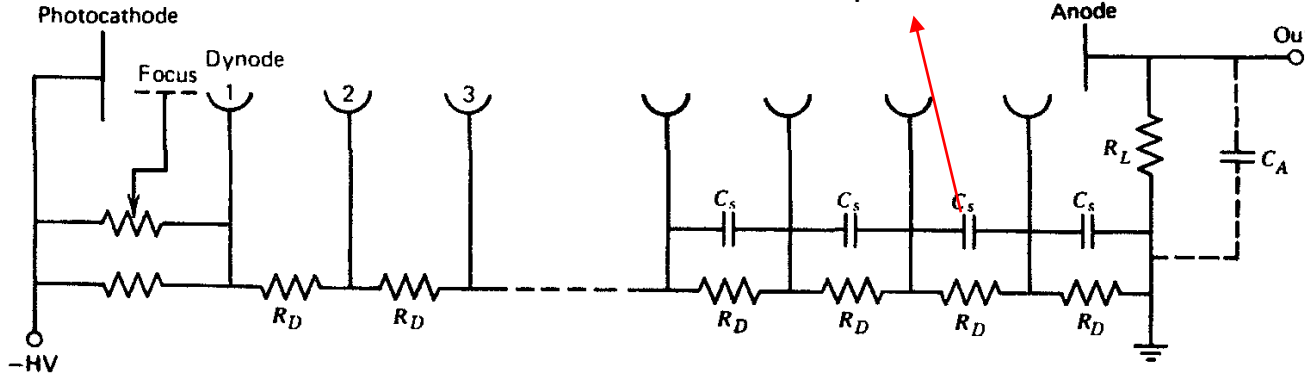
1. Maksimum (ve minimum) voltaj seviyesi ve polaritesi
2. Kaynağın verebileceği maksimum akım
3. Geçiş voltajında ya da sıcaklık değişmelerine bağlı uzun süreli sapmalara karşı düzeltme yeteneği
4. Alçak frekans gürültülerini veya frekanstaki oynamaları önleme derecesi

FOTOÇOĞALTICI TÜP

Dynotlar arasındaki elektron pulslarının akımı < Bölücülerden (dirençlerden) geçen akım



(a) Dynot voltaj düşmelerine karşı stabilite kapasitörleri



(b)

PM tüp tabanı için bağlama diyagramı

- a) (+) yüksek voltaj ve topraklanmış fotokatot
- b) (-) yüksek voltaj ve topraktan yalıtılmış fotokatot

FOTOÇOĞALTICI TÜPTE PİK AKIMI

Bir sintilasyon olayının, PM tüpün fotokatodunda 1000 tane fotoelektron serbest bıraktığını kabul edelim, ayrıca PM tüpün tüm kazancının 10^6 olduğunu varsayalım. Bu durumda son dynoddan çıkıp anodda toplanan her pulsta 10^9 elektron olacaktır. Eğer bu sintilasyon pulsları saniyede 10^5 hızı ile oluşuyorsa ortalama anod DC akımı aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

$$I_{\text{ort}} = 10^9 \frac{\text{elektron}}{\text{puls}} \times 1,6 \cdot 10^{-19} \frac{\text{coulomb}}{\text{elektron}} \times 10^5 \frac{\text{puls}}{\text{saniye}}$$
$$= 1,6 \times 10^{-5} \text{ A} = 0,016 \text{ mA}$$

Bu akım ayırık pulslar halinde gözlenmekle beraber, bir puls esnasındaki pik akımı ise çok daha yüksektir. Buna bir örnek olmak üzere çok hızlı bir organik sintilatördeki 5 nanosaniyelik puls dikkate alınırsa:

$$I_{\text{p}} = 10^9 \text{ elektron} \times 1,6 \times 10^{-19} \frac{\text{coulomb}}{\text{elektron}} \times \frac{1}{5 \times 10^{-9} \text{ sn}}$$
$$= 0,032 \text{ A} = 32 \text{ mA} \quad \text{bulunur.}$$

ÖNYÜKSELTEÇLER

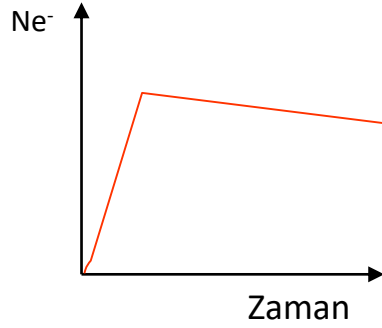
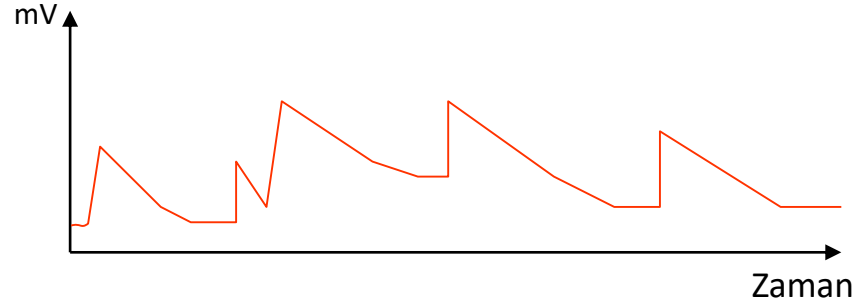


Foto Tüp
Çıkışı



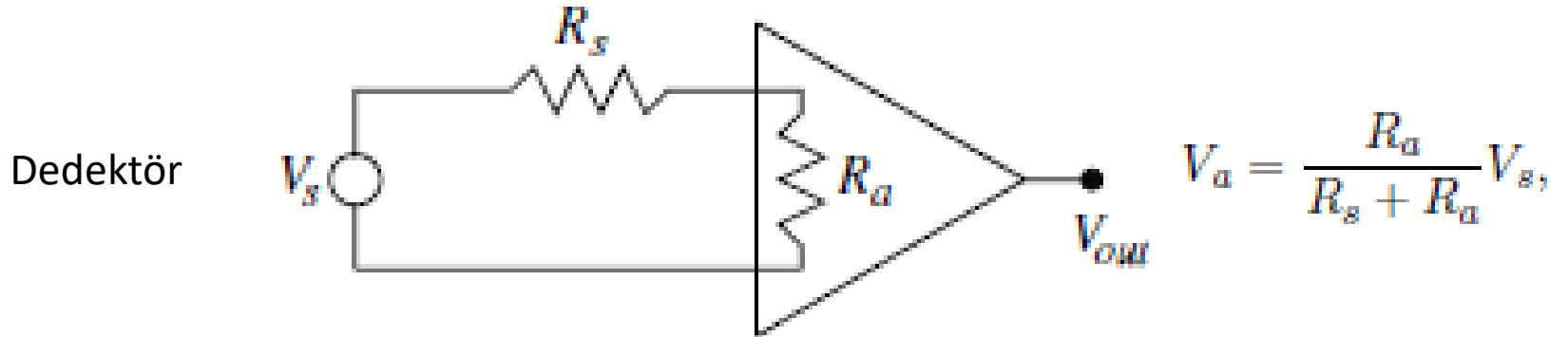
Ön yükselteç
Çıkışı

Foto tüp çıkışını şekillendirir ve puls genliğine ön yükseltme sağlar

İmpedans eşitleyici olarak çalışır

VOLTAJA HASSAS ÖNYÜKSELTEÇ

Ön yükselteç empedansı niçin büyük olmalıdır?



V_a : Önyükselteç girişinde voltaj

V_s Dedektördeki voltaj

R_s : Dedektör çıkış empedansı

R_a : Önyükselteç giriş empedansı

$$V_a \rightarrow V_s$$

$$R_a \gg R_s$$

$$V_a \approx V_s$$

$$V_{out} = AV_a$$

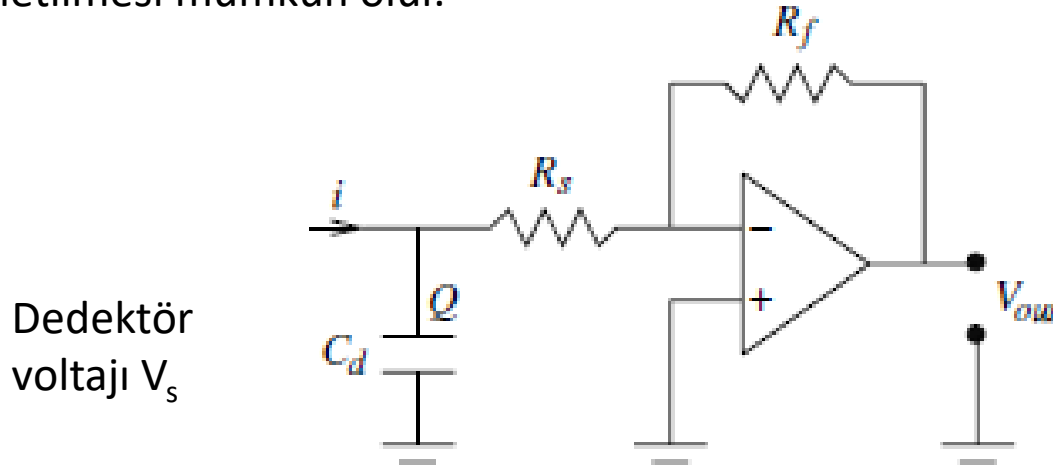
$$V_{out} \approx AV_s$$

A : Ön yükselteç kazancı

Voltaja hassas önyükselteçlerde ise çıkıştaki genlikleri, giriş terminalindeki voltaj pulsunun genliği ile orantılı olan pulslar oluştururlar.

VOLTAJA HASSAS ÖNYÜKSELTEÇ

Düşük impedansta çıkış sinyali verirler, böylelikle sinyalin daha uzak mesafelere iletilmesi mümkün olur.



R_s : Dedektör ve kabloların toplam empedansı

R_f : Geri besleme direnci

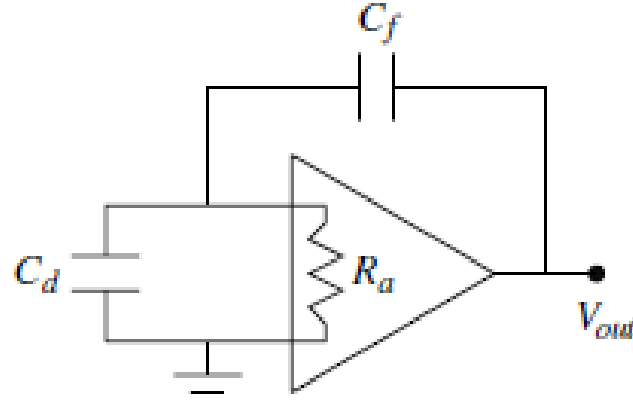
$$V_s \approx \frac{Q}{C_d}$$

$$V_{out} \approx A \frac{Q}{C_d}$$

Çıkış voltajı dedektör kapasitansına bağlı

p-n eklemde dedektör kapasitansı voltajla değiştiğinde kullanılmaz

YÜKE HASSAS ÖNYÜKSELTEÇ



C_d : Dedektör kapasitörü

C_f : Geri besleme kapasitörü

Dedektör kapasitöründeki toplam yük geri besleme kapasitöründe toplanır

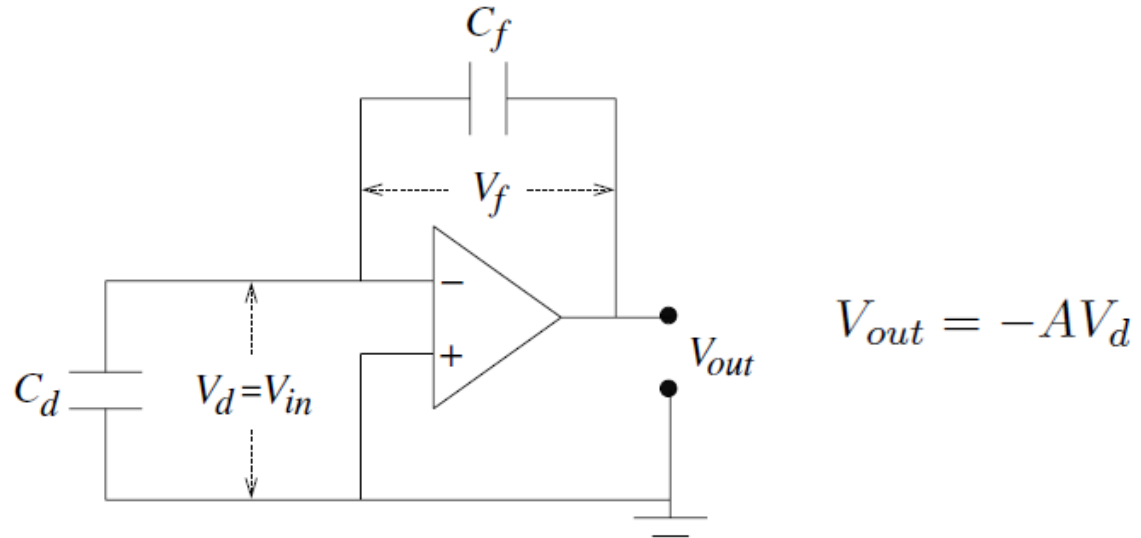
$$V_{out} \propto \frac{Q_f}{C_f} \quad Q_f \approx Q_d$$

$$V_{out} \propto \frac{Q_d}{C_f} \quad \text{Yükselteç çıkışı dedektör kapasitansından bağımsız}$$

Bunun için önyükselteç girişinde hiçbir akım olmaması gerekir, giriş empedansı;

$$R_a \approx \infty$$

YÜKE HASSAS ÖNYÜKSELTEÇ



Ön yükselteç empedansının sonsuz olması durumunda ve $A \gg 1$

$$\begin{aligned} V_d &= V_f + V_{out} \\ &= V_f - AV_d \\ V_f &= (A + 1)V_d. \end{aligned}$$

YÜKE HASSAS ÖNYÜKSELTEÇ

Yük Kazancı

$$Q = CV_f \quad \Rightarrow \quad \frac{Q_f}{C_f} = (A + 1) \frac{Q_{in}}{C_{in}}$$
$$C_{in} = (A + 1) C_f \frac{Q_{in}}{Q_f}$$
$$\approx (A + 1) C_f \quad \Rightarrow \quad Q_{in} = Q_f$$

Q_{in} ve C_{in} yükselteç girişinde ki yük ve kapasitördür. C_{in} dedektör kapasitansı değildir.

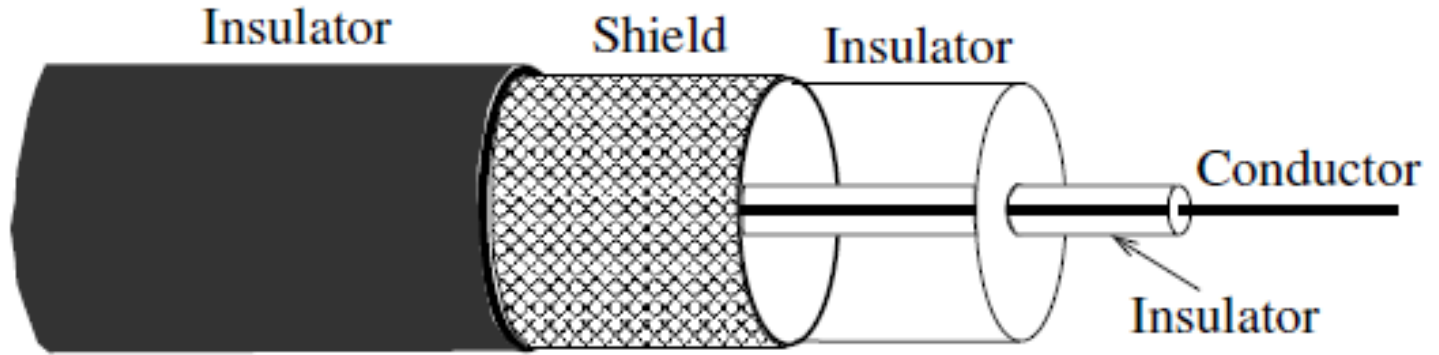
$$A_Q = \frac{V_{out}}{Q_{in}} \quad \text{Yük kazancı olarak tanımlanırsa:}$$

$$A_Q = \frac{V_{out}}{Q_{in}} = \frac{AV_{in}}{C_{in}V_{in}} = \frac{A}{C_{in}}$$
$$= \frac{A}{A + 1} \frac{1}{C_f} \approx \frac{1}{C_f} \quad A \gg 1$$

Geri besleme kapasitörü küçük seçilerek yük kazancı arttırılabilir

SİNYAL TRANSFERİ

Koaksiyel Kablo

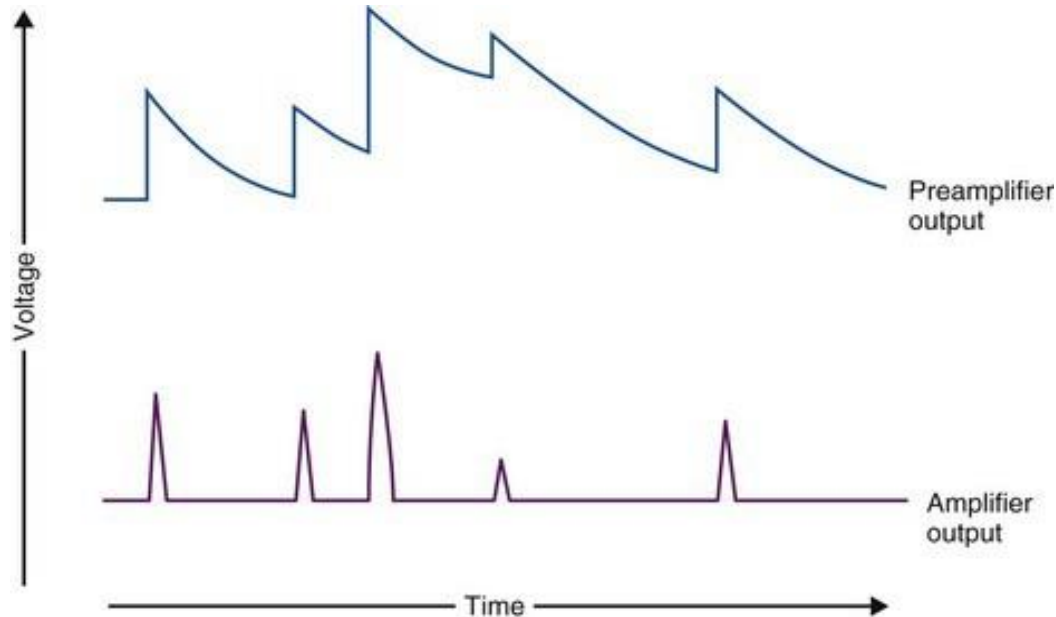


YÜKSELTEÇLER

1- Ön yükselteçten çıkan düşük genlikli pulsları , sonraki elektronik komponentler için gerekli genliğe yükseltmek (volt mertebesi)

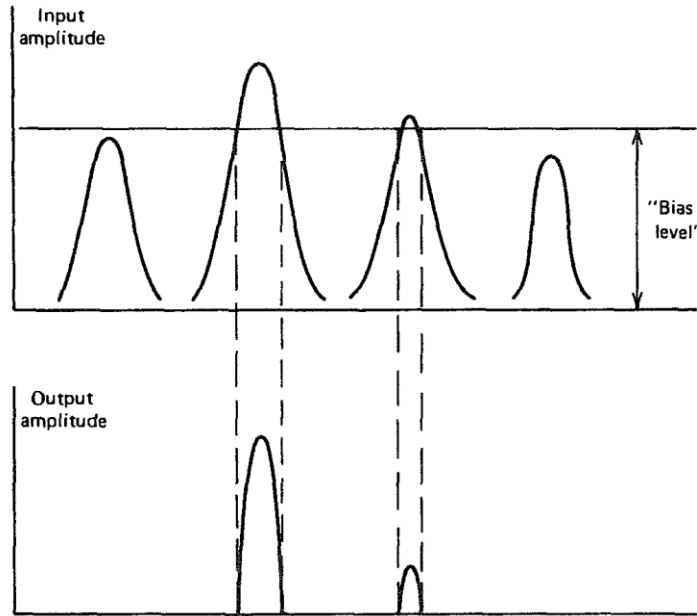
2-Toplanan yükün doğru bir şekilde ölçüleceği ve genlik azalımının minimum olacağı (balistik zarar etkisinin olmayacağı) puls şekillenmesi

2- Pulsları, optimum sinyal/gürültü oranının sağlanacağı ve puls yığılma problemini en aza indirmek için gerekli devreleri içermelidir.



FARKLI YÜKSELTEÇLER

Beslemeli yükselteçler

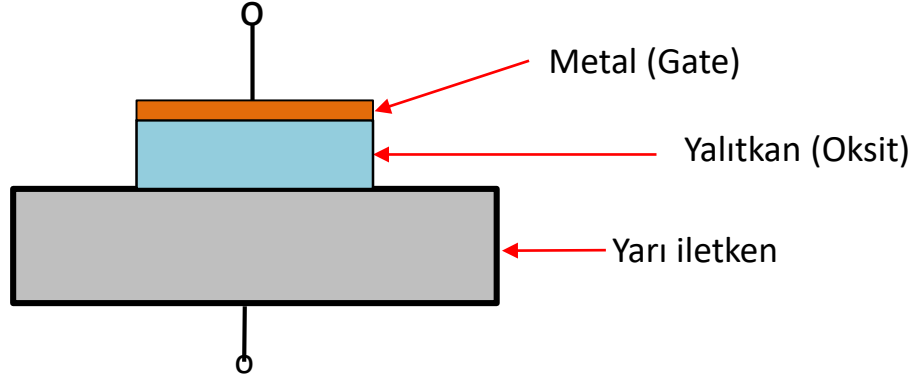


Toplam ya da fark yükselteçleri

Logaritmik Yükselteçler

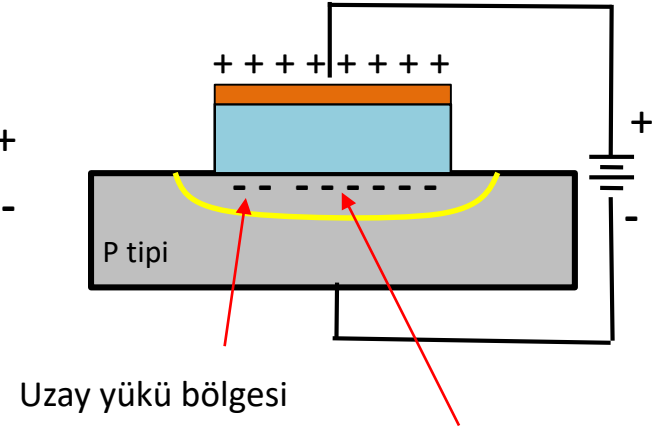
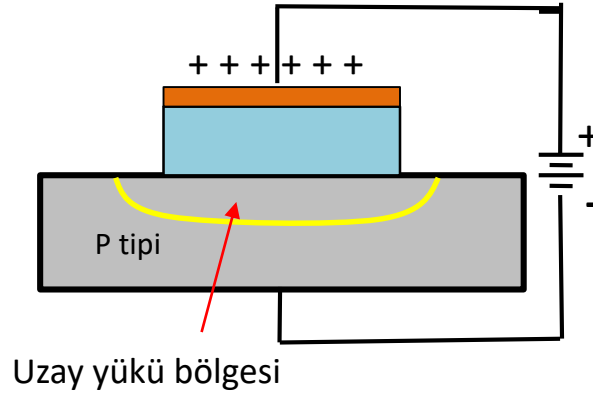
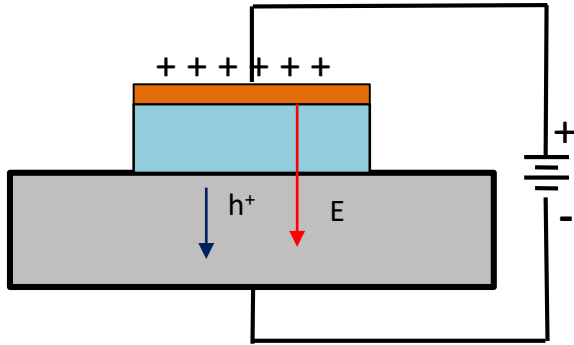
.....

METAL OKSİT YARI İLETKEN (MOS)



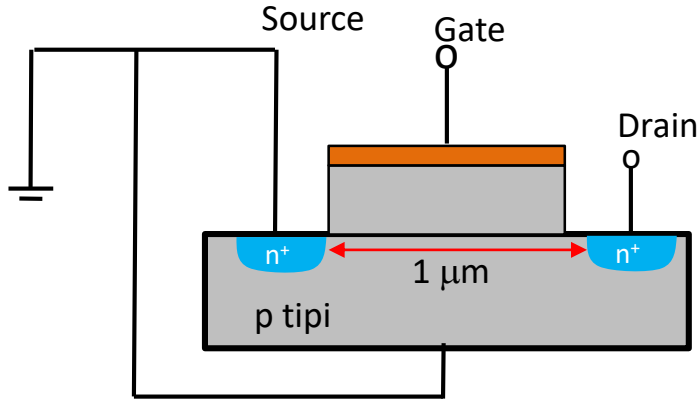
Düşük gate voltajı

Yüksek gate voltajı

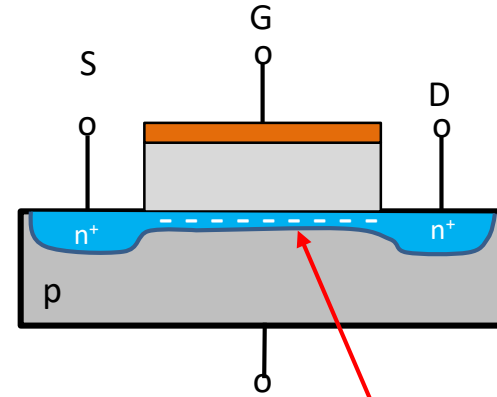


n kanallı MOSFET Çalışma Prensibi

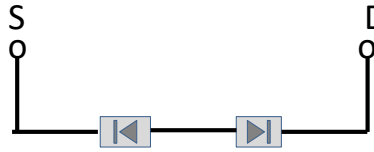
$$V_{\text{gate}} = 0$$



$$V_{\text{gate}} > V_{\text{TN}}$$



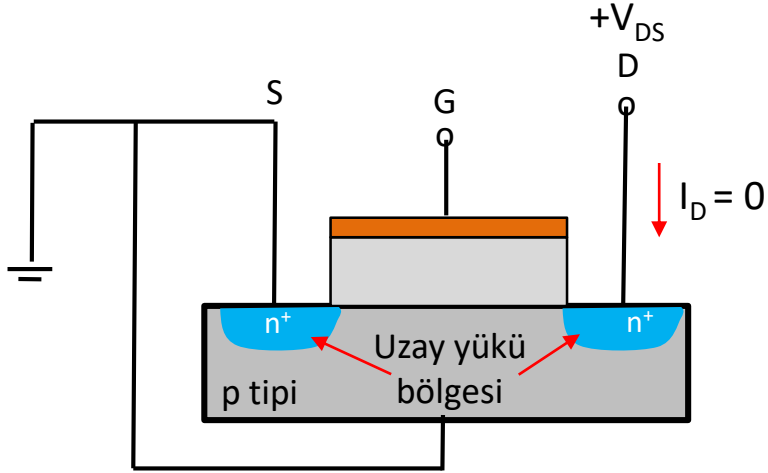
V_{TN} ile elektron iletim kanalının oluşturulması



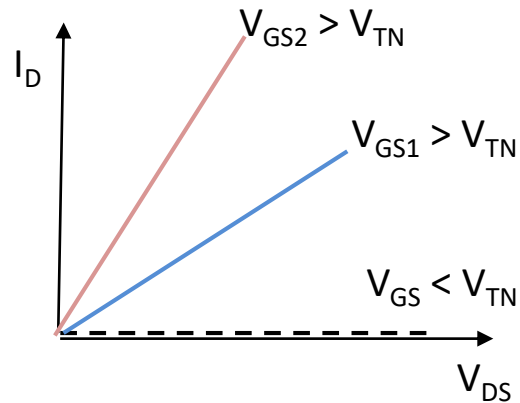
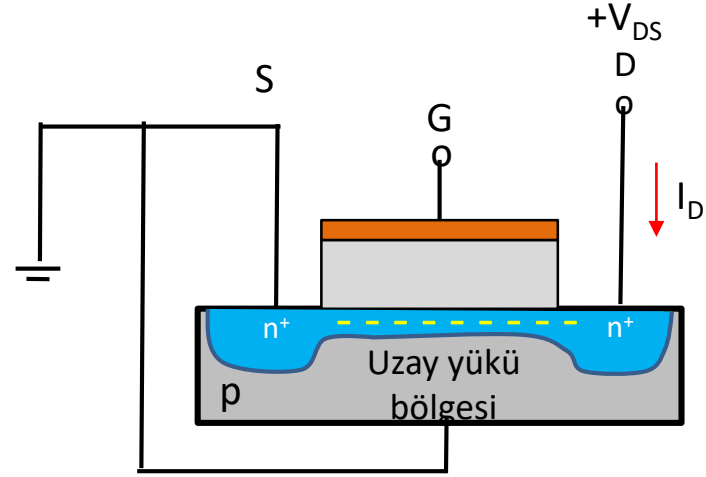
V_{TN} : Threshold voltajı
n kanallı için pozitif voltaj

n kanallı MOSFET Akım voltaj özellikleri

$$V_{GS} < V_{TN}$$

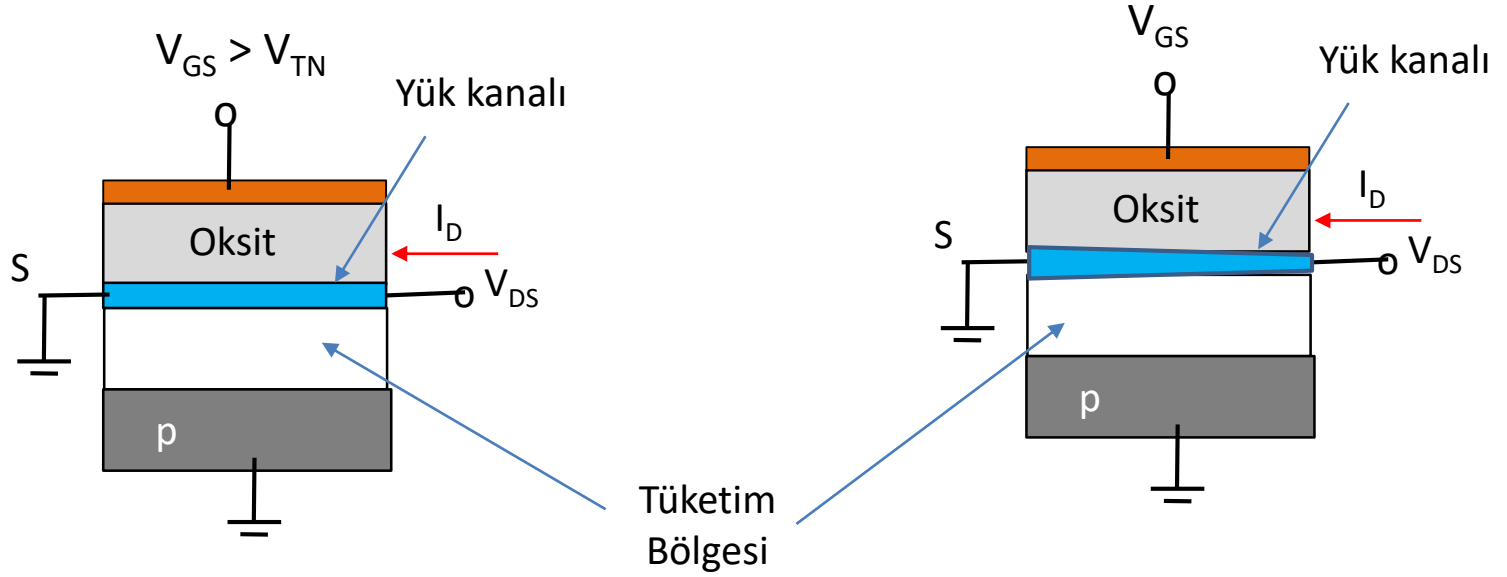


$$V_{GS} > V_{TN}$$



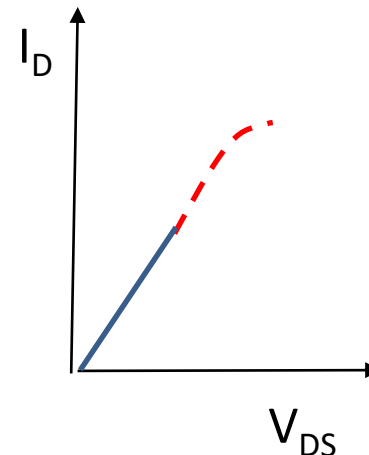
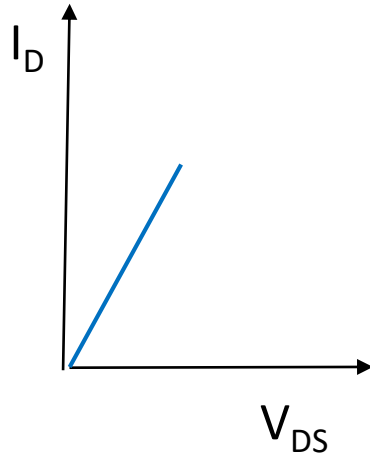
$+V_{DS}$ uygulanmasıyla elektronlar S 'den D'ye akar
D ile p arasında + voltaj nedeniyle ters Besleme vardır

n kanallı MOSFET Akım voltaj özellikleri

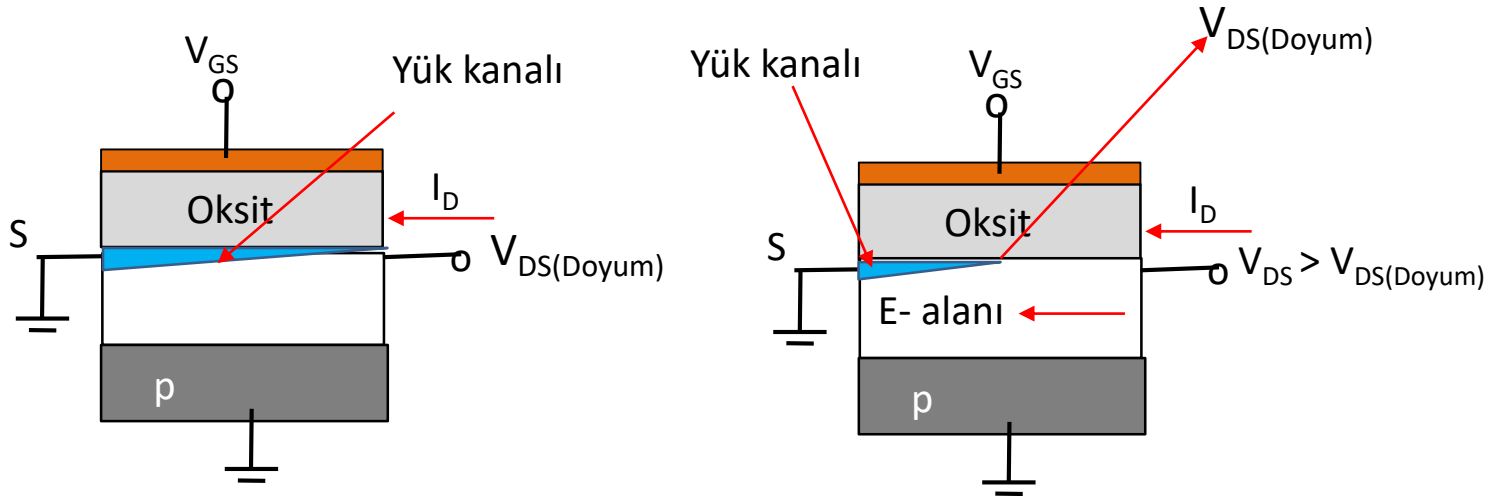


V_{DS} küçük değerleri

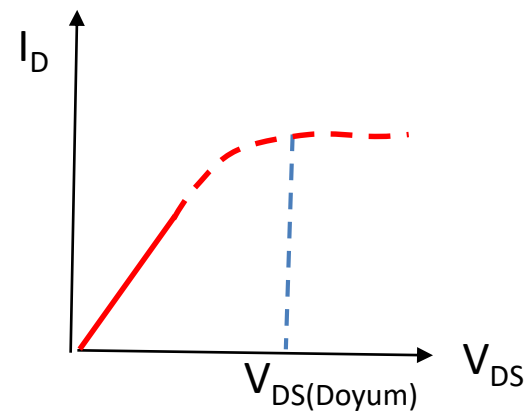
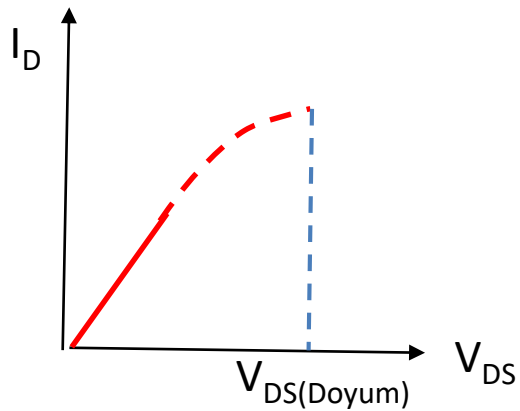
V_{DS} yüksek değerleri



n kanallı MOSFET Akım voltaj özellikleri



$$V_{DS} = V_{DS(Doyum)}$$



FARKLI V_{GS} VOLTAJLARINDA V_{DS} İLE I_D DEĞİŞİMİ

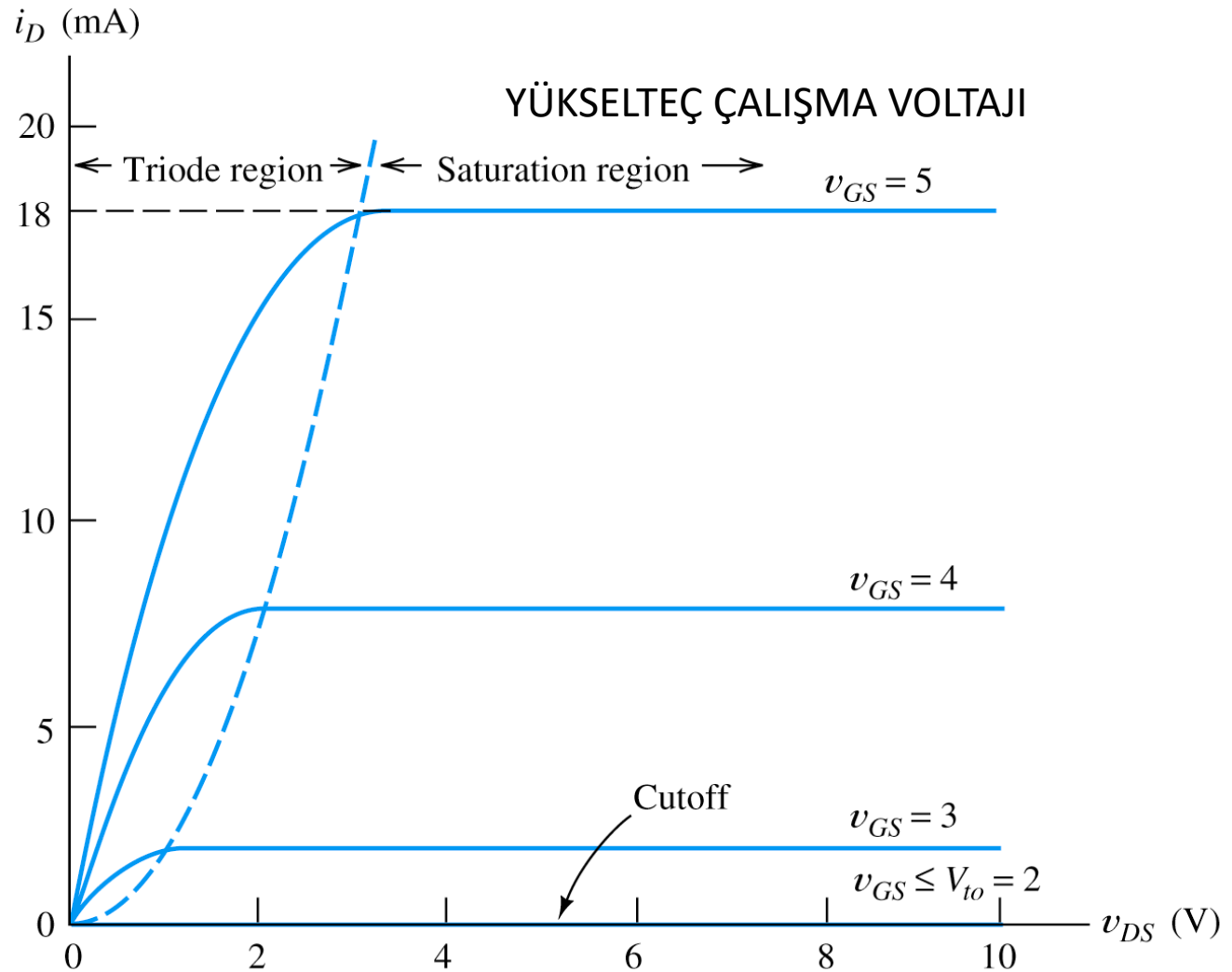


Figure 12.6 Characteristic curves for an NMOS transistor.

ANALOG SİNYAL İŞLENMESİ

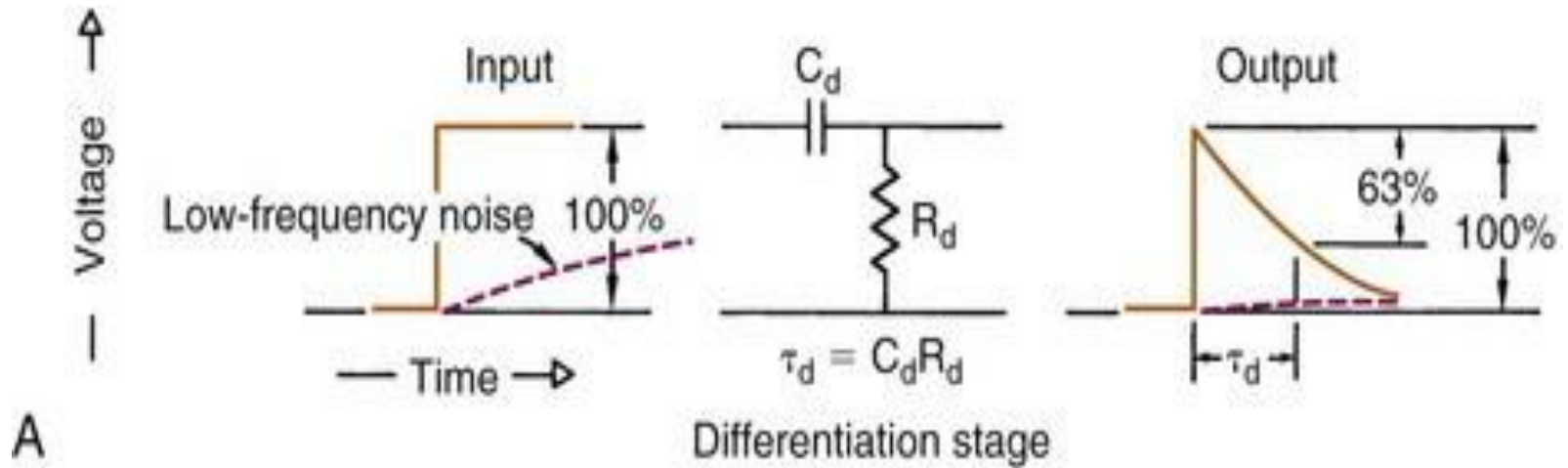
Spektroskopi Uygulamaları

Puls zamanlama uygulamaları

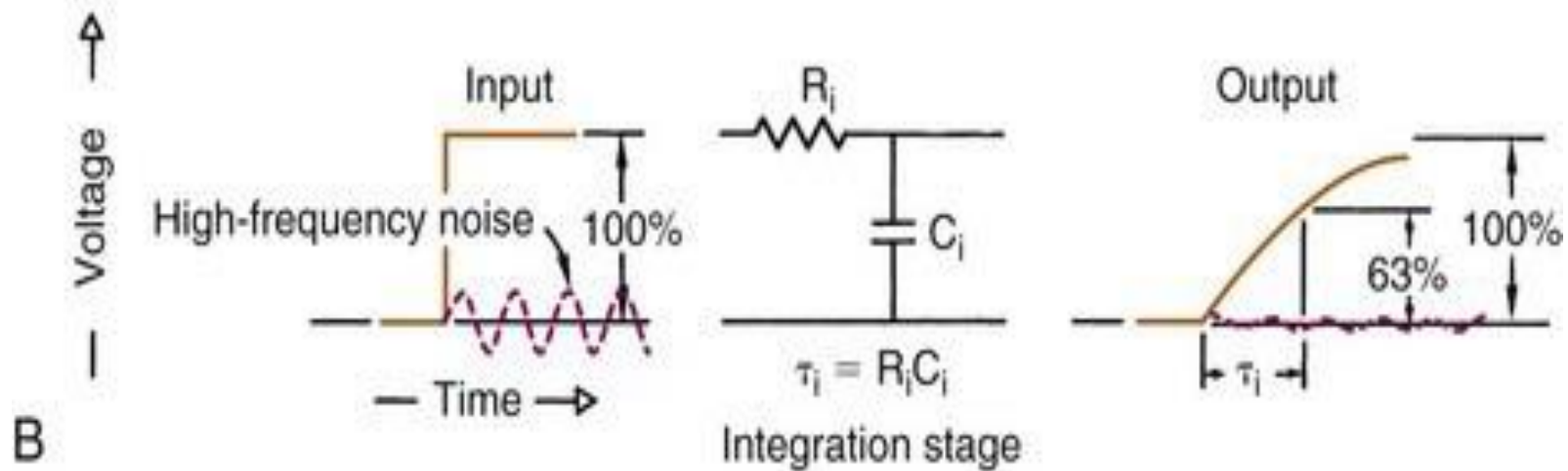
FARKLI DEDEKTÖRLERİN SİNYAL GENLİKLERİ VE PULS SÜRELERİ

Detector	Signal (V)	Pulse Duration (μ sec)
Sodium iodide scintillator with photomultiplier tube	10^{-1} -1	0.23*
Lutetium oxyorthosilicate scintillator with photomultiplier tube	10^{-1} -1	0.04*
Liquid scintillator with photomultiplier tube	10^{-2} - 10^{-1}	10^{-2} *
Lutetium oxyorthosilicate scintillator with avalanche photodiode	10^{-5} - 10^{-4}	0.04*
Direct semiconductor detector	10^{-4} - 10^{-3}	10^{-1} -1
Gas proportional counter	10^{-3} - 10^{-2}	10^{-1} -1
Geiger-Müller counter	1-10	50-300

CR ve RC PULS ŞEKİLLENDİRİLMELERİ

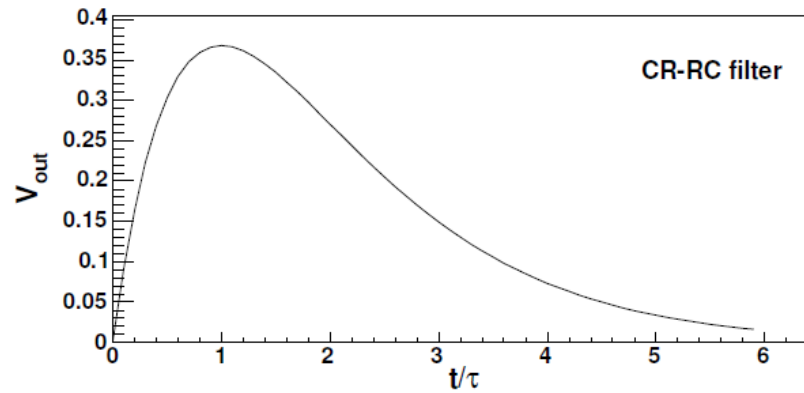
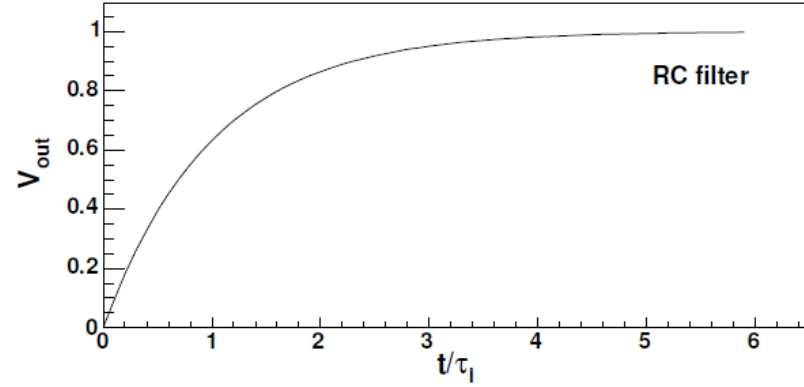
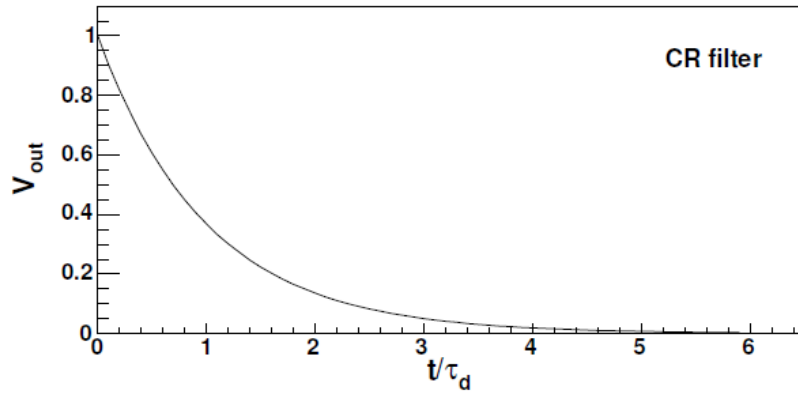


$$V_{out} = e^{-t/\tau_d}$$



$$V_{out} = 1 - e^{-t/\tau_i}$$

CR-RC DEVRELERİNİN STEP PULSUNA YANITLARI

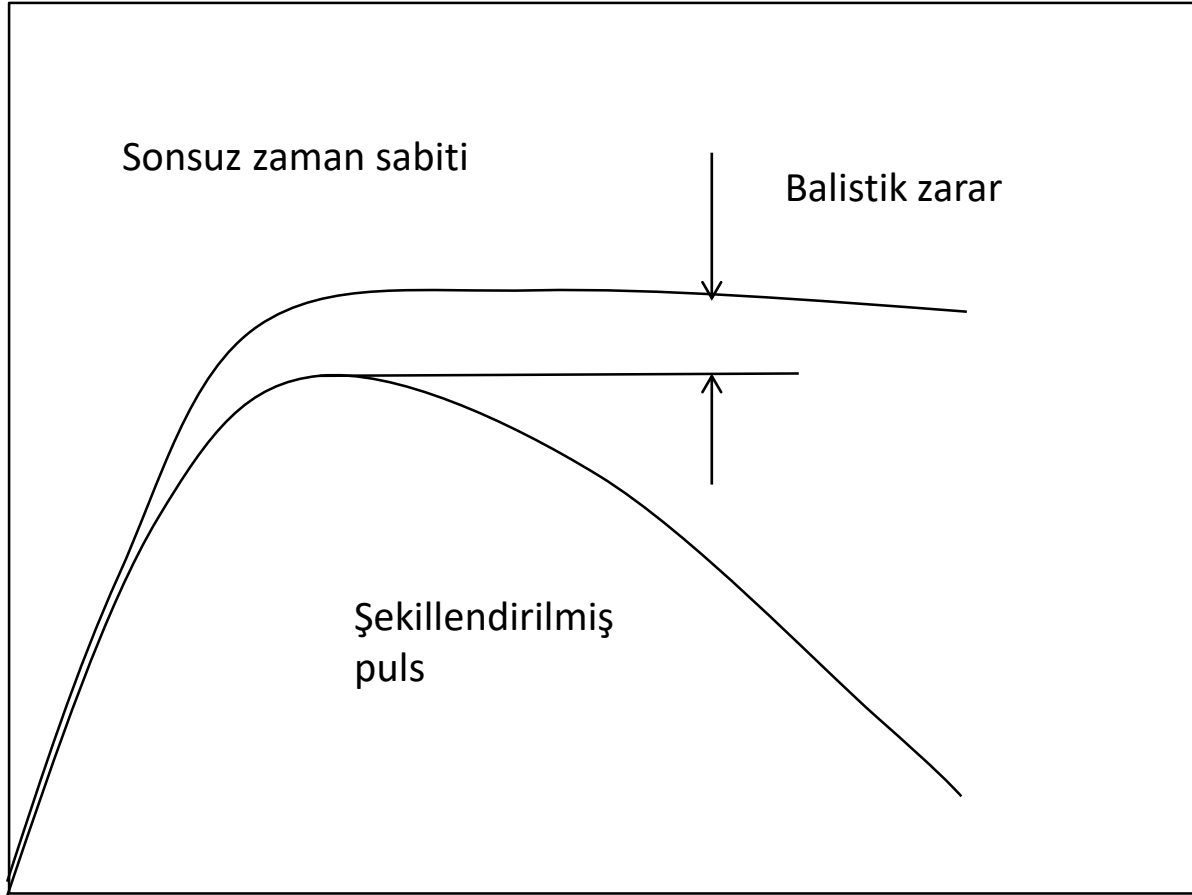


$$V_{out} = \frac{\tau_d(\tau_d e^{-t/\tau_d} + \tau_i e^{-t/\tau_i})}{\tau_d \tau_i (\tau_d - \tau_i)} \quad (\tau_d = \tau_i = \tau)$$

$$V_{out} = \frac{t}{\tau} e^{-t/\tau}$$

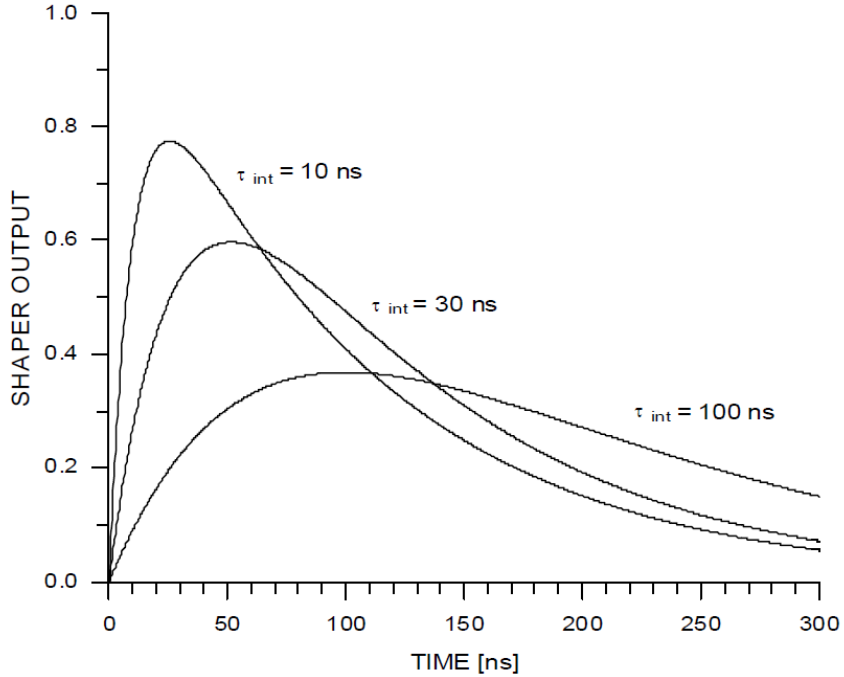
ZAMAN SABİTİNE BAĞLI BALİSTİK ETKİ

$V(t)$

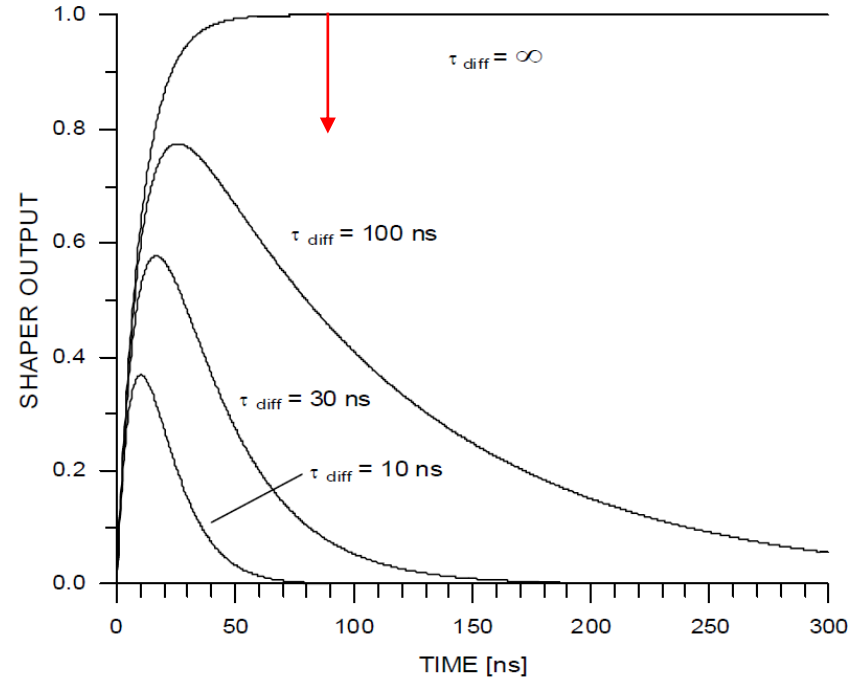


Balistik zarar

FARKLI ZAMAN SABİTLERİNDE CR-RC DEVRESİNİN ÇIKIŞ PULS ŞEKİLLERİ

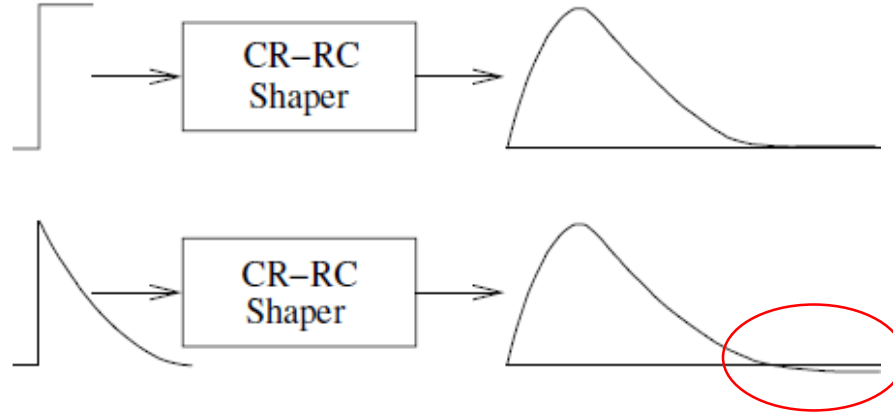
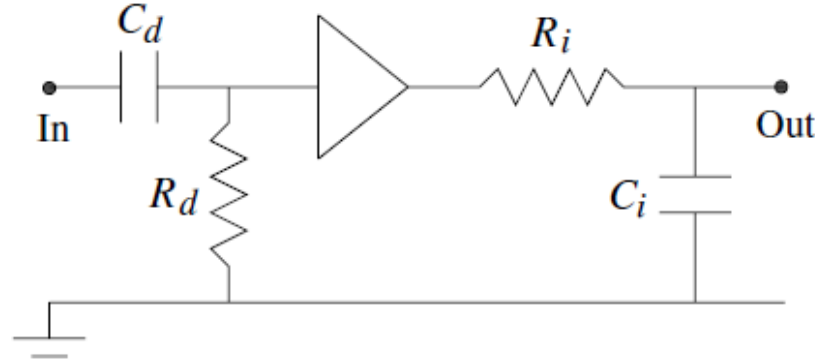


$\tau_{int} : 10, 30, 100$ nSn
 $\tau_{dif} : 100$ nSn



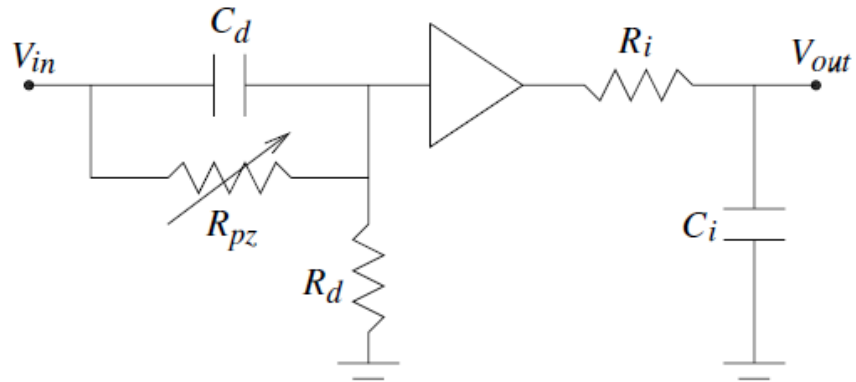
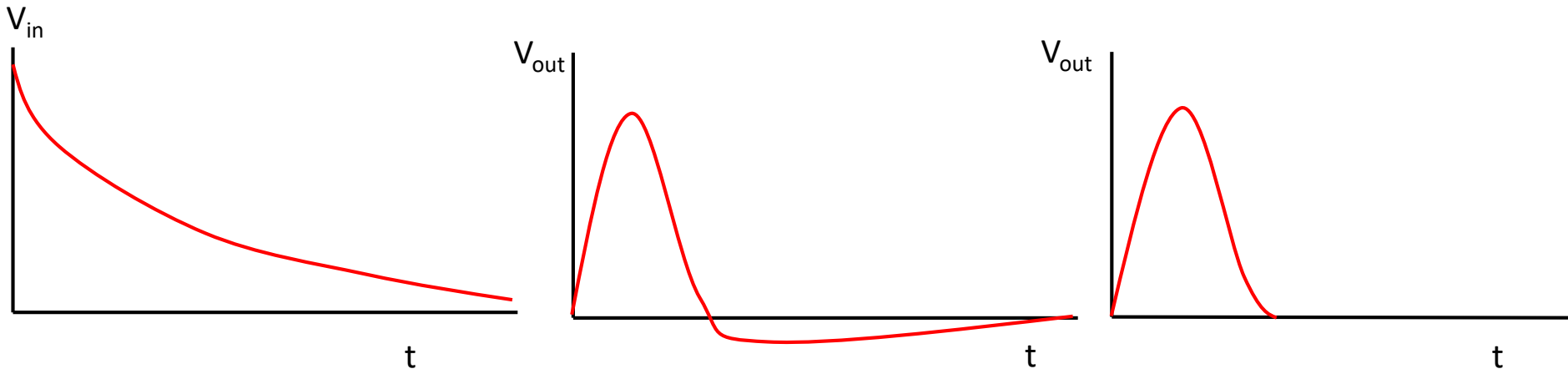
$\tau_{dif} : 10, 30, 100 \infty$ nSn
 $\tau_{int} : 10$ nSn

CR-RC DEVRESİNİN İKİ FARKLI GİRİŞ PULSUNA YANITI



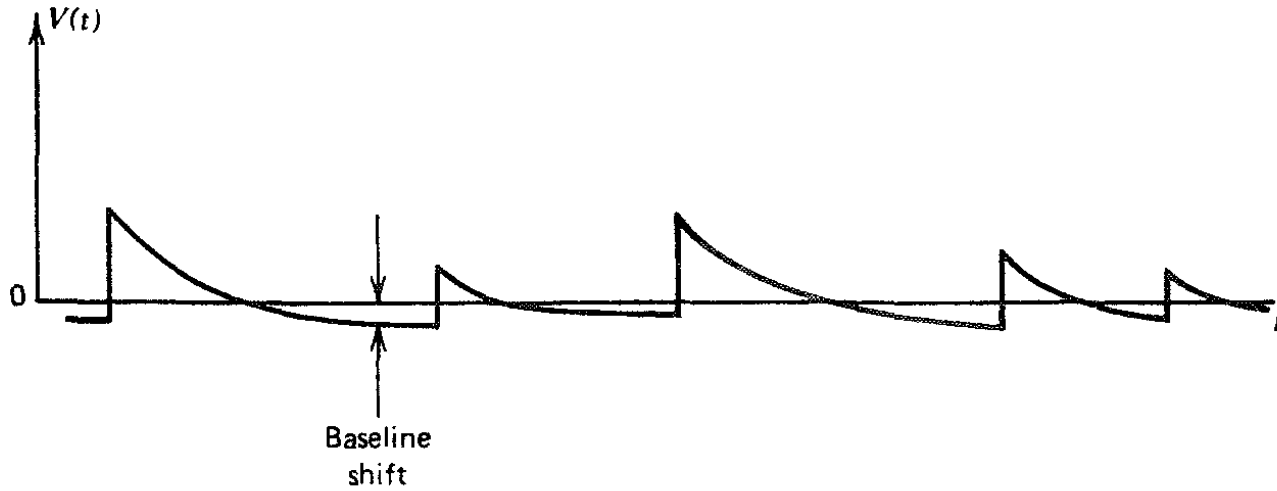
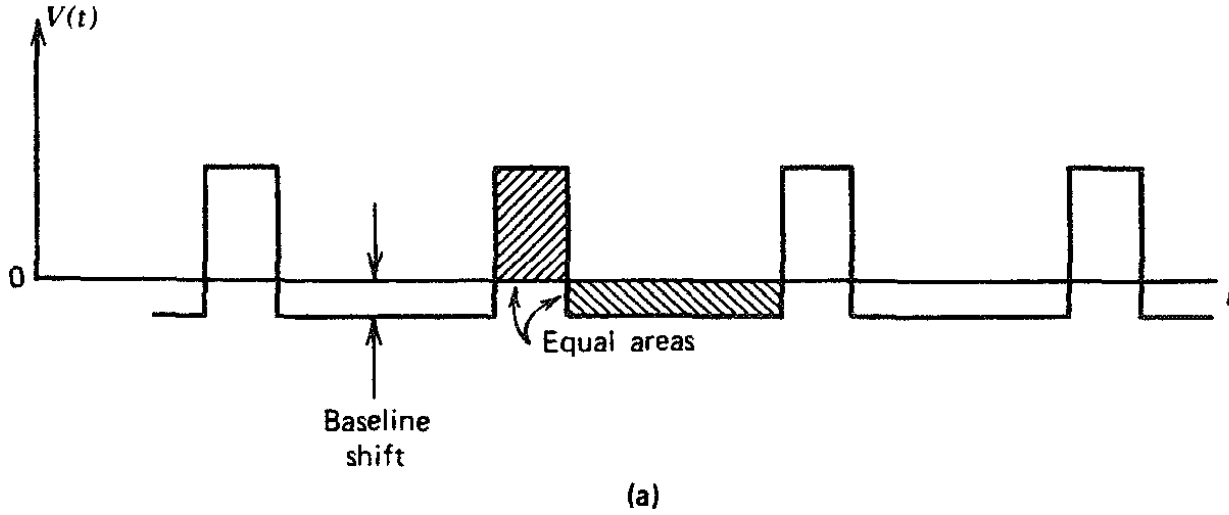
Seri bağlı kapasitörler DC akım geçirmez, uzun kuyruk DC gibi algılanırsa, ortalama DC voltajın sıfır olabilmesi için kuyruğu çıkışında negatif yapılıır

SIFIR KUTUP DÜZELTMESİ



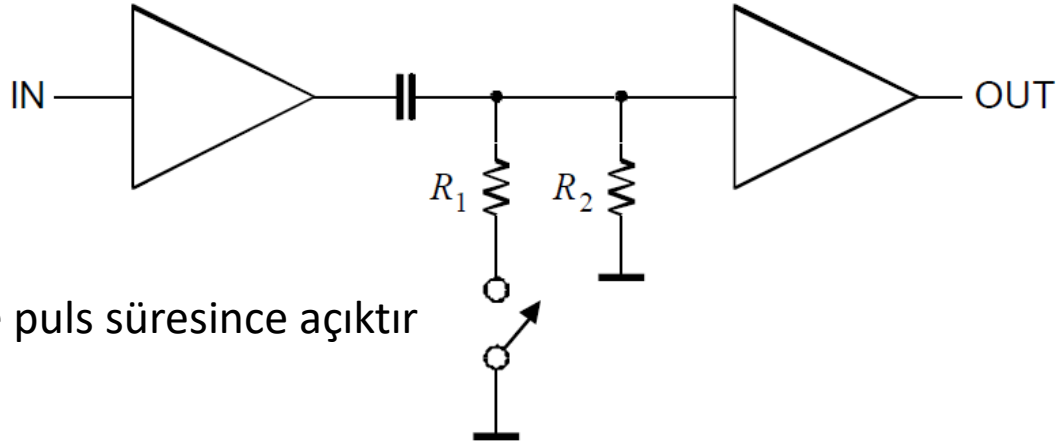
Çıkış sinyalinin izlenmesi ile (skop veya otomatik olarak) saptanan negatife kayma R_{pz} değışken direnci ile düzeltilir

TABAN SEVİYE KAYMASI



Uniform ve dörtgen pulslar sabit (a), rastgele pulslar ise deđişken (b) bir kayma verir

TABAN SEVİYE KAYMASININ DÜZELTİLMESİ



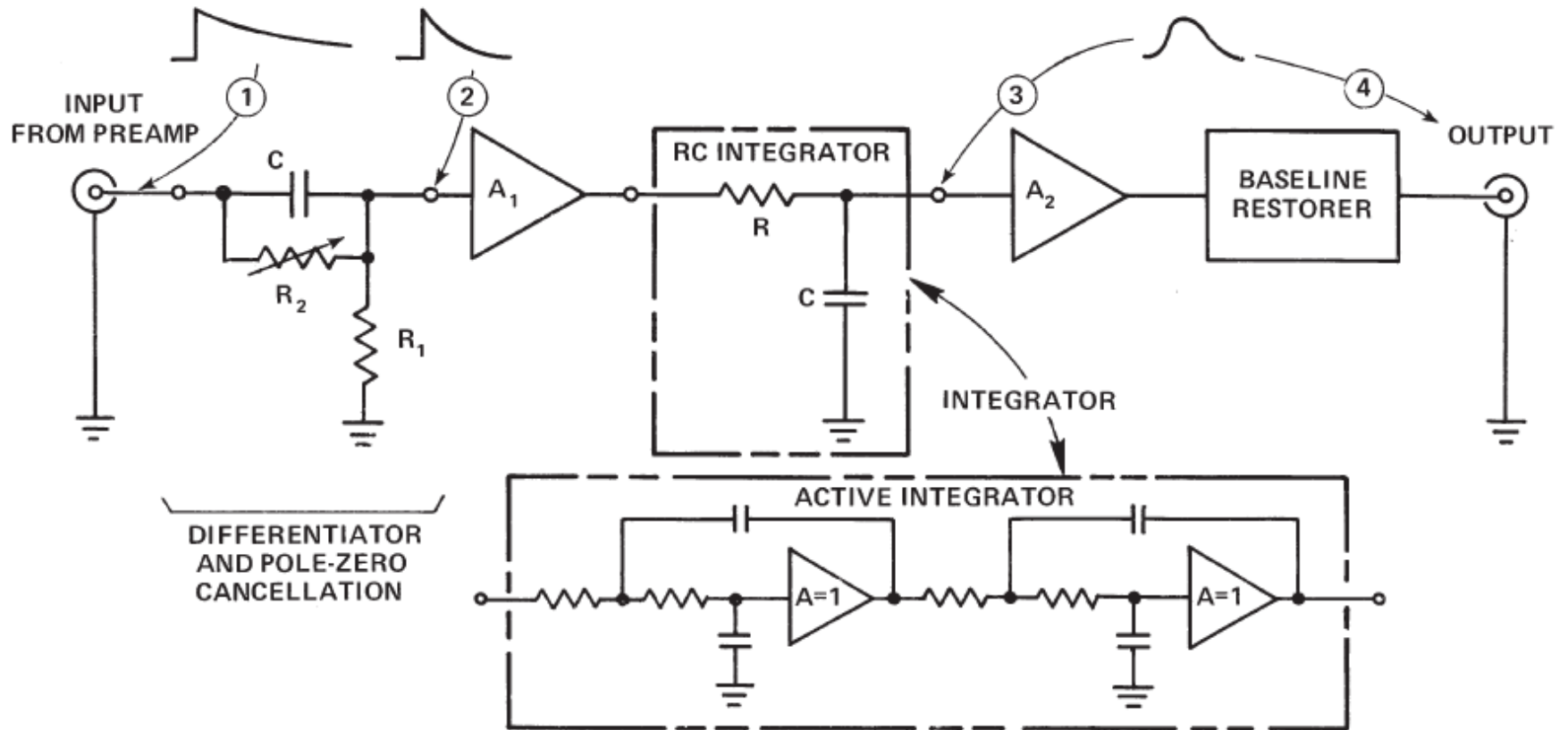
Anahtar sadece puls süresince açıktır

Sinyalin olmadığı sırada sinyal hattı topraklanır ve pulsun ulaşmasından önce taban seviye sıfırlanır

R_1 ve R_2 yükleme ve boşaltma için zaman sabitlerini belirler.

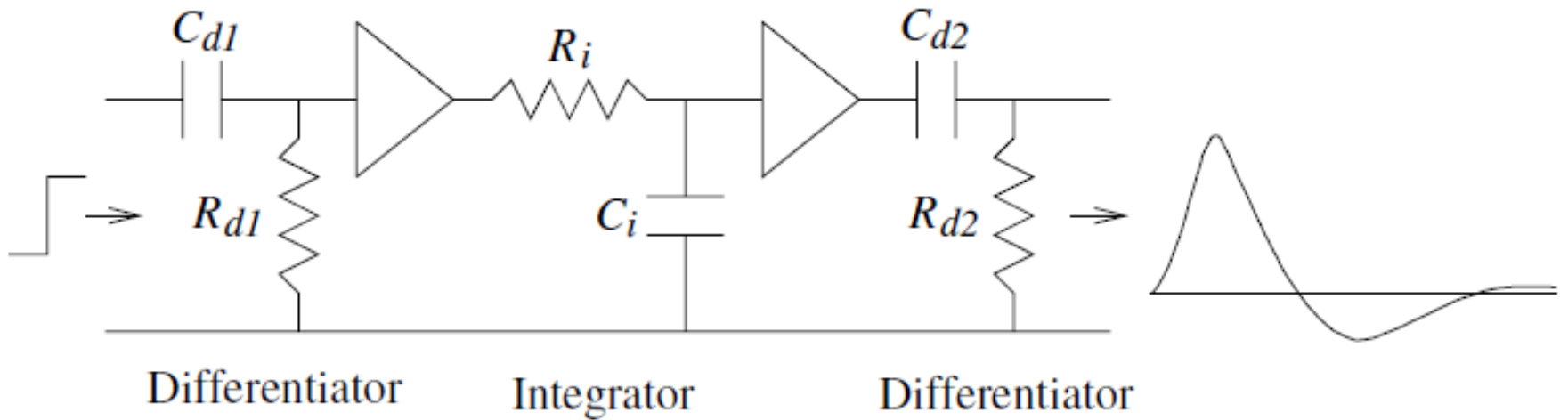
Boşalma zaman sabiti anahtar açıkken puls genişliğinden çok büyük olmalıdır

TEK KUTUPLU PULSLAR – Gauss Şekli

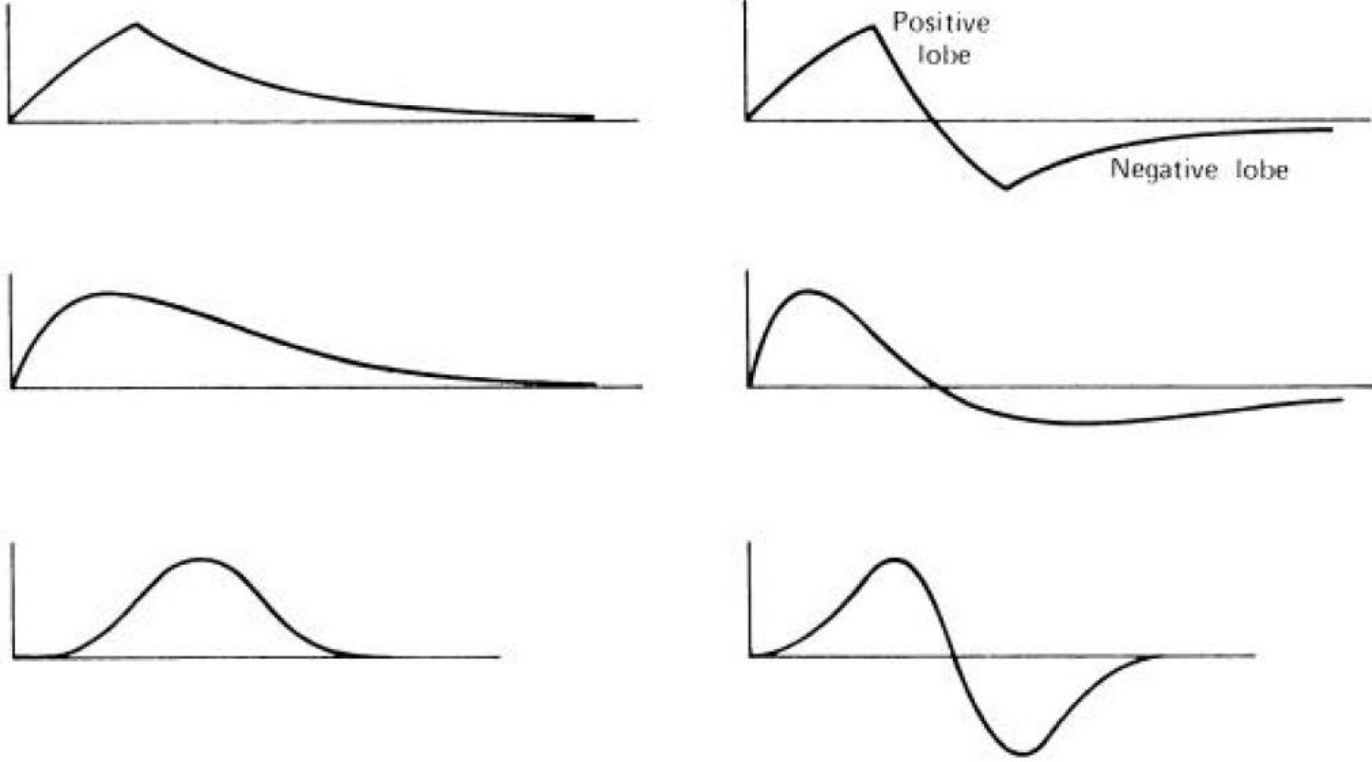


TABAN SEVİYE KAYMASININ DÜZELTİLMESİ

Çift kutuplu pulslar



TEK VE ÇİFT KUTUPLU PULSLAR

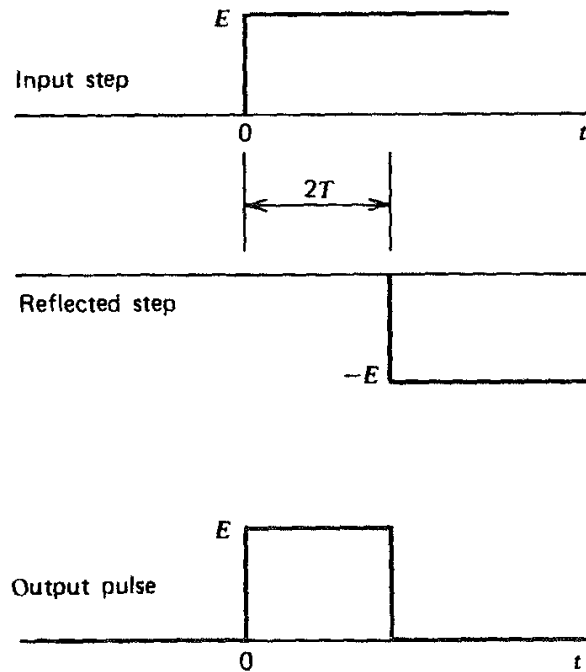
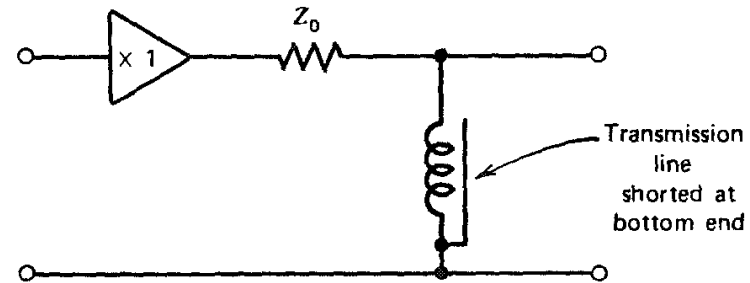


Çift kutuplu pulslarda elektronik ayırma gücü, tek kutupluya göre %25 – 50 daha kötüdür

Ancak:

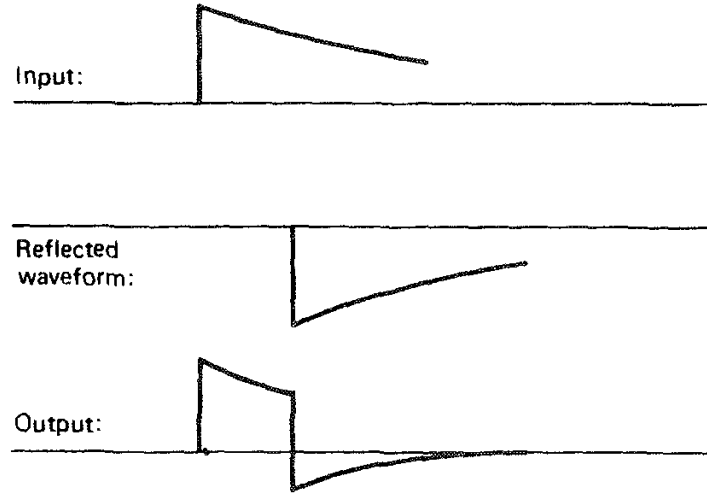
- DC komponenti sıfır olduğu için çift kutuplu pulslarda taban seviye kayması olmaz
- Sıfır kutup düzeltmesi daha az kritiktir
- Düşük frekans gürültü azaltılır

TEK GECİKME HATLI ŞEKİLLENDİRME

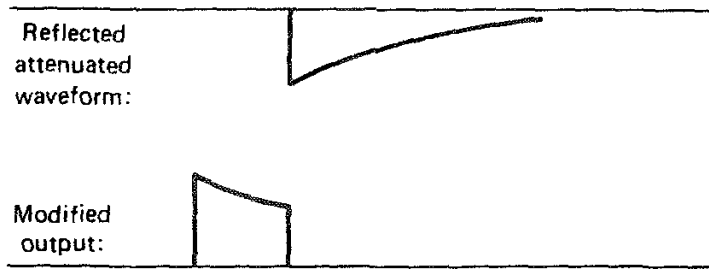


Tekli gecikme hattı devresinin step voltajına yanıtı

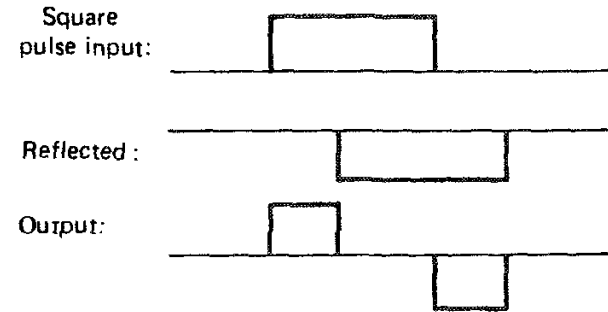
FARKLI PULS ŞEKİLLERİ İÇİN TEK GECİKME HATLI ŞEKİLLENDİRME



Puls azalım süresinin gecikme hattının gidiş-dönüş süresine yakın olması

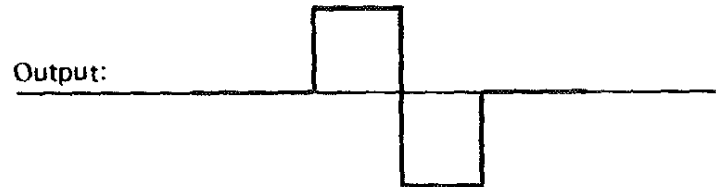
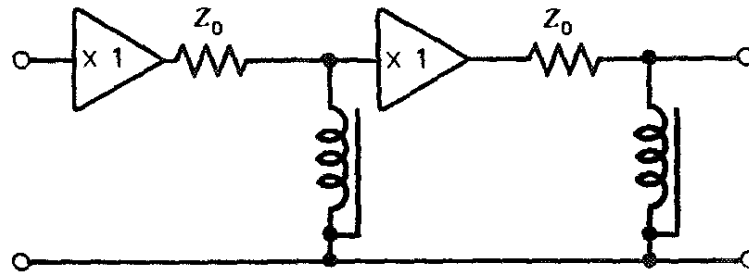


Yansıtılan pulsun negatif kuyruğunun azaltılması



Puls uzunluğunun gecikme hattının gidiş-dönüş süresinden uzun olması

ÇİFT GECİKME HATLI ŞEKİLLENDİRME



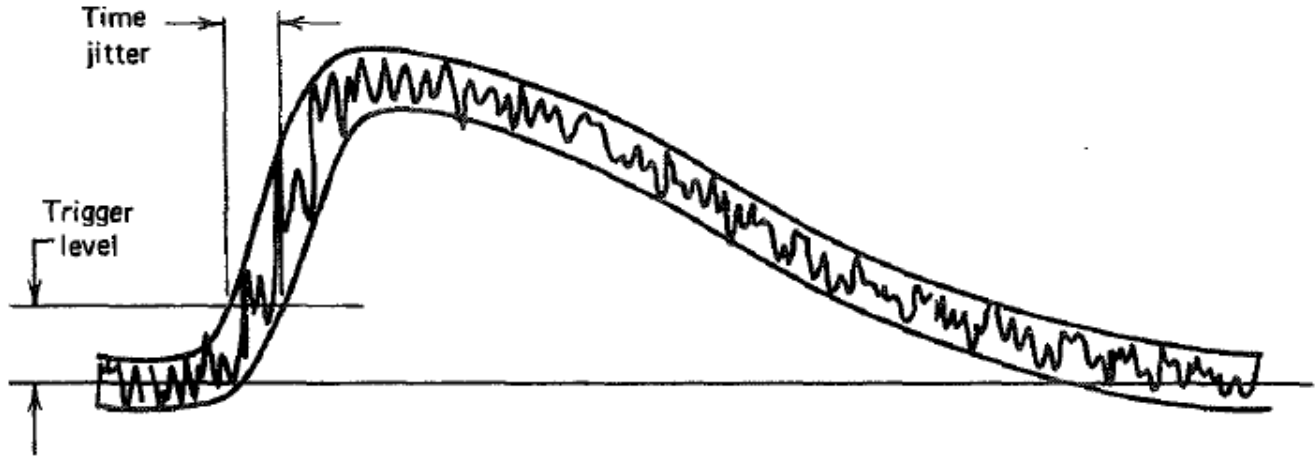
PULS ZAMANLAMA İŞLEMLERİ

Ön kenar tetiklemesi



ÖN KENAR TETİKLEMESİNDE SORUNLAR

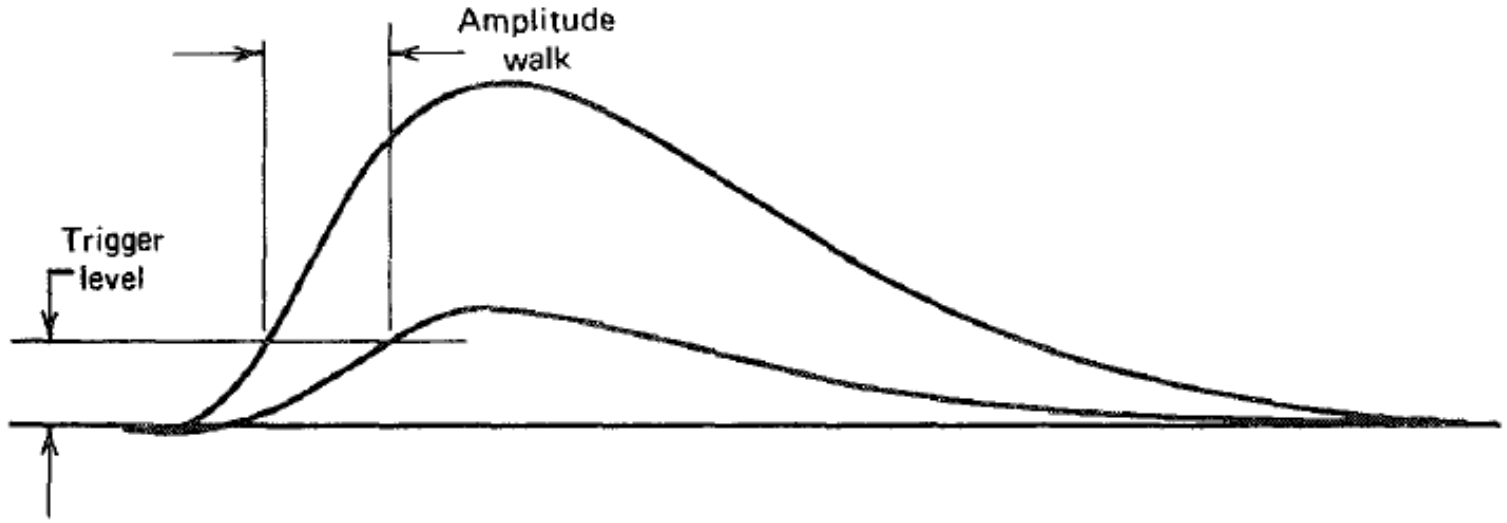
Dedektördeki etkileşme anının kesin bilinmesi



Ön kenar tetiklenmesinde tesadüfi gürültünün oluşturduğu zaman yürümesi
Aynı genlik ve şekildeki bir çok puls tesadüfi gürültünün etkisiyle tek bir çizgi ile değil geniş bir band ile gösterilmektedir.

ÖN KENAR TETİKLEMESİNDE SORUNLAR

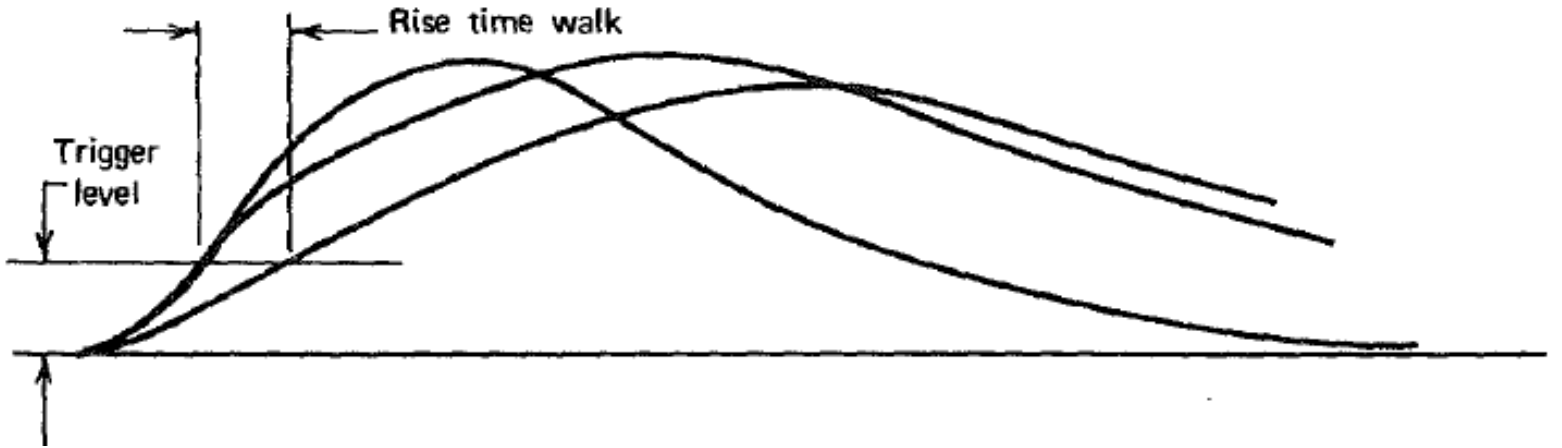
Ön kenar tetiklemesinde genlik yürümesi



Aynı şekil ve oluşma zamanında ancak farklı genlikteki iki puls tetikleme seviyesini farklı zamanlarda geçebilir.

ÖN KENAR TETİKLEMESİNDE SORUNLAR

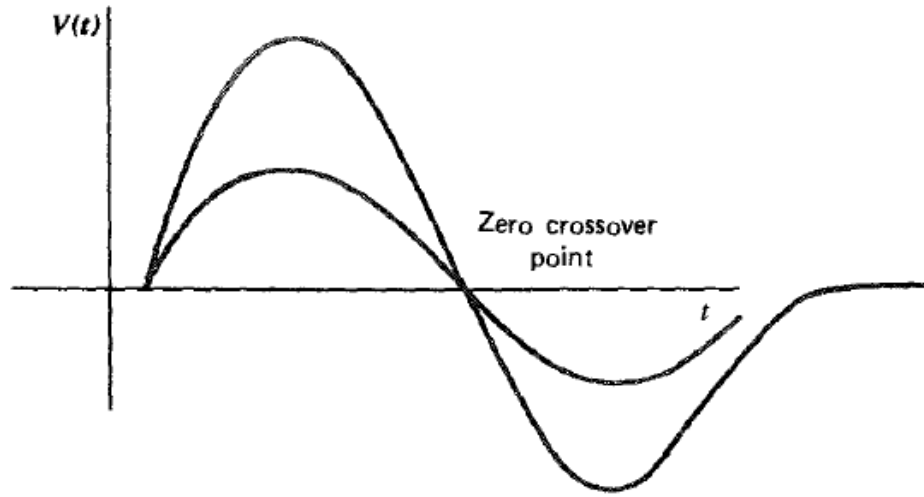
Aynı genlikteki pulslarda zaman yürümesi



Puls şekli ya da doğuş zamanındaki değişikliklerden kaynaklanan zaman yürümesi

PULS ZAMANLAMA SİSTEMLERİ

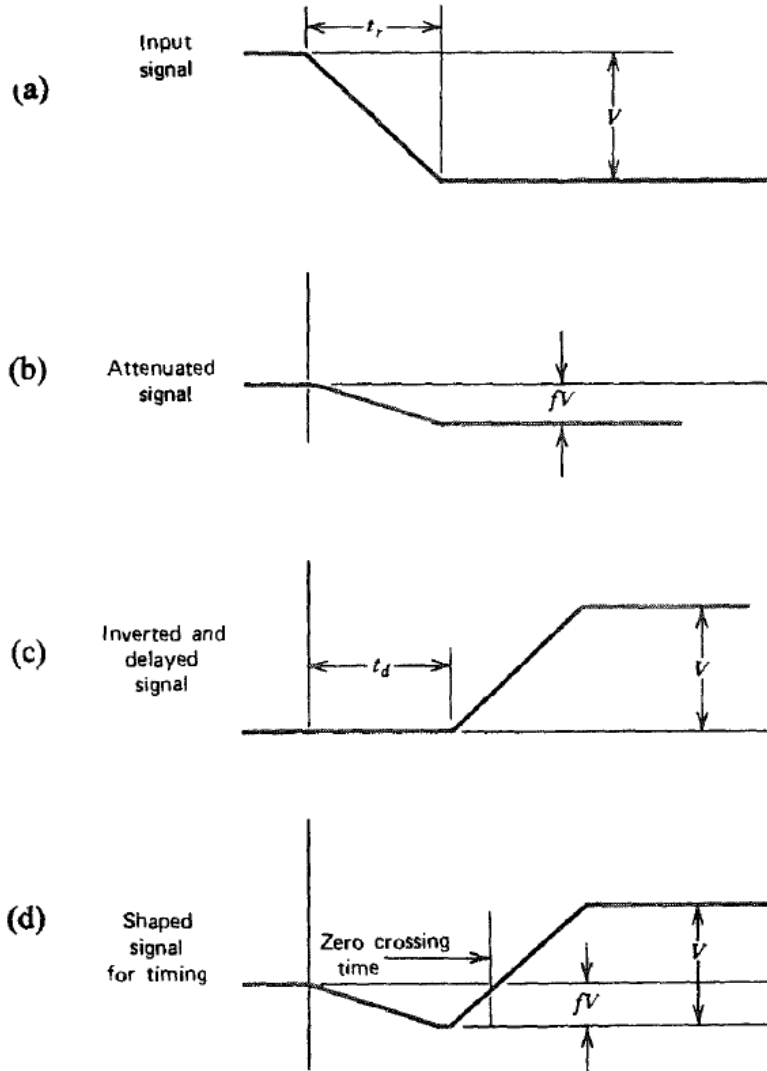
Sıfır Geçiş Zamanlaması



Aynı sıfır geçişindeki çift kutuplu pulslar

PULS ZAMANLAMA SİSTEMLERİ

Sabit Kesir Zamanlaması

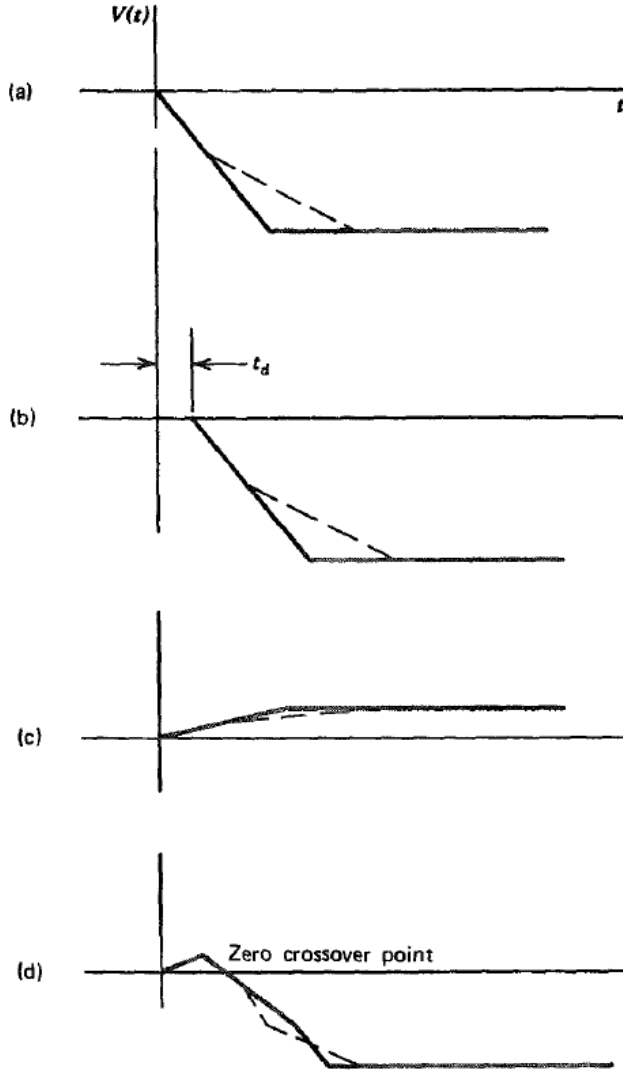


- a) Önyükselteç çıkışı
- b) Azaltılmış sinyal
- c) Giriş pulsu ters çevrilmiş ve zaman olarak geciktirilmiştir (t_d)
- d) c ve b de ki pulsların toplamı

Bu pulsun sıfır eksenini kesme zamanı puls genliğinden bağımsızdır ve en son genliğinin f kesrine ulaştığı süredir.

PULS ZAMANLAMA SİSTEMLERİ

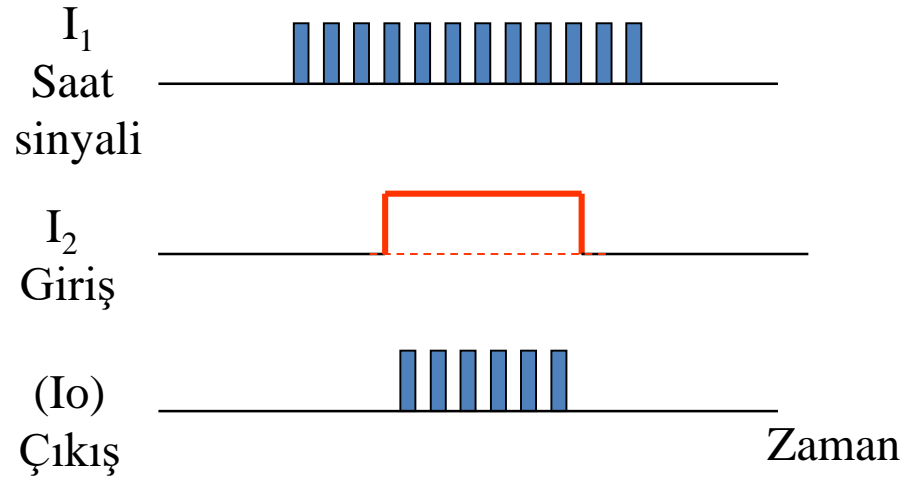
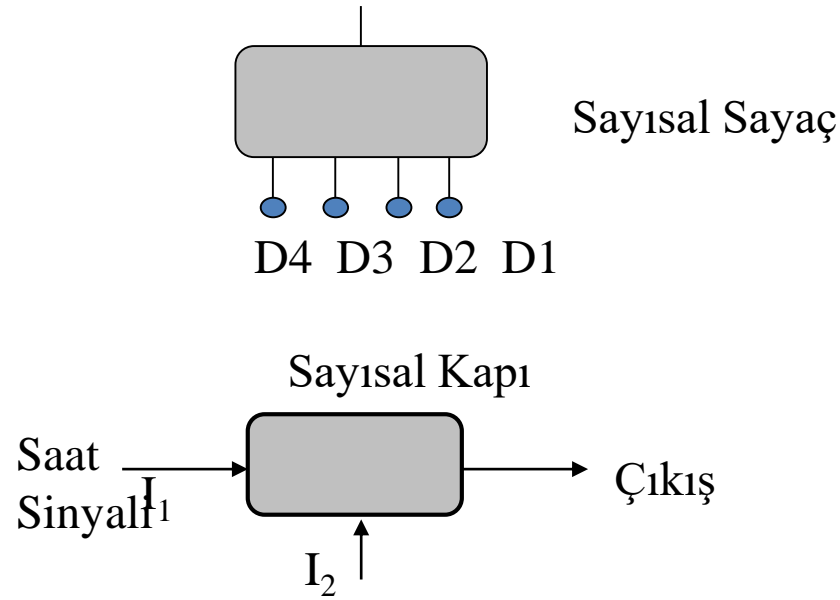
Genlik Ve Doğma Zamanı Kompanse Edilmiş Zamanlama



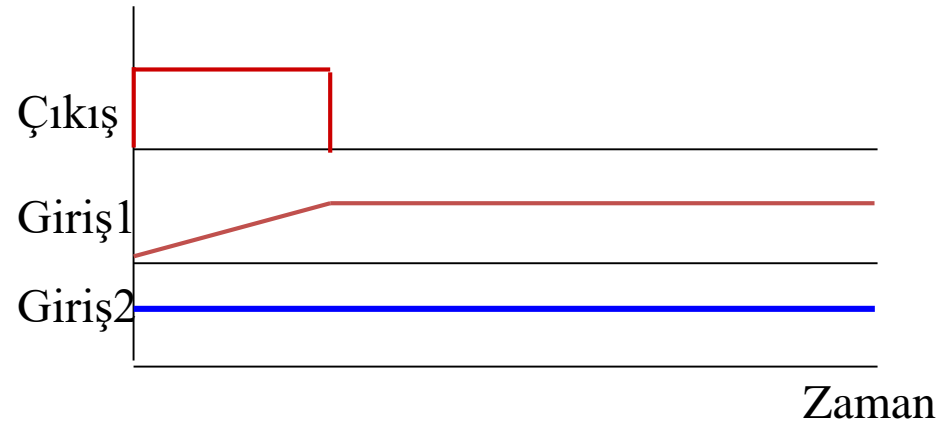
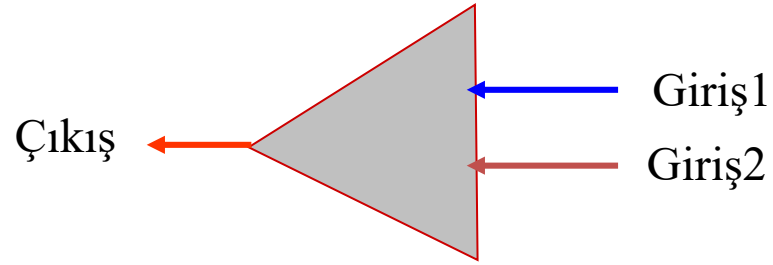
- a) Giriş dalga şekli
- b) Geciktirilen puls
- c) Ters çevrilmiş ve azaltılmış puls
- d) b ve c de ki pulsların toplamı

Sıfır zamanını kesme noktası zamanlama sinyalinin oluşturulmasında kullanılır. Kesik çizgi ile gösterilen dalga şekli daha küçük doğma zamanlı bir pulsu temsil etmektedir.

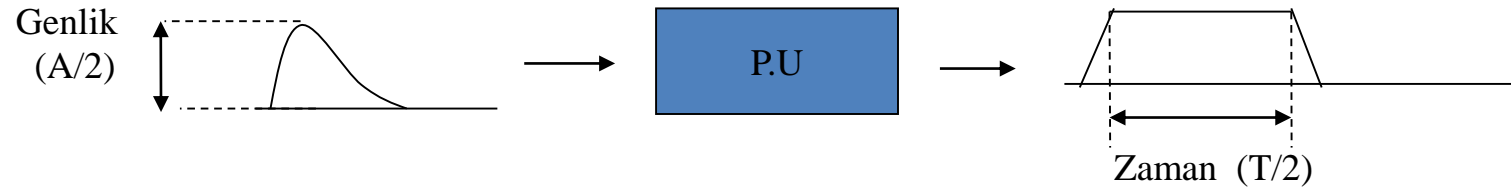
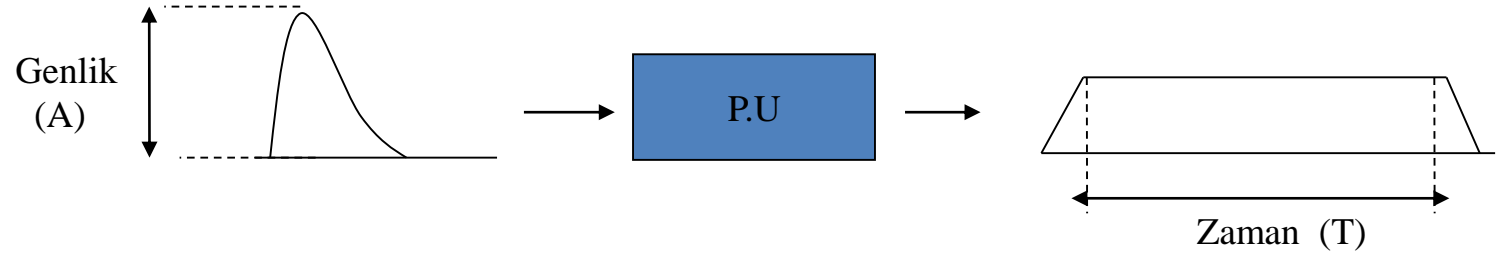
DİĞER ELEKTRONİK KOMPONENTLER



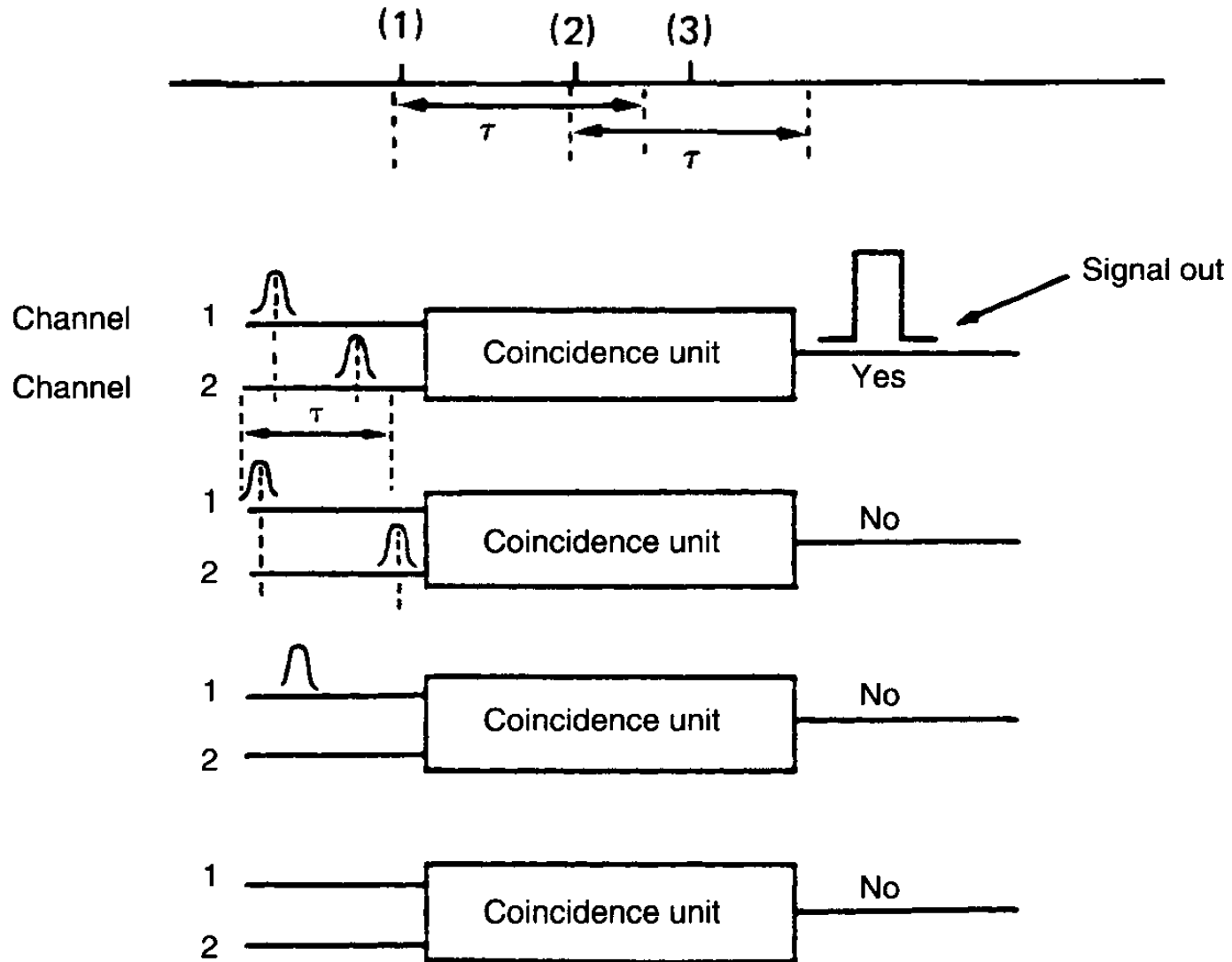
ANALOG KOMPARATÖR



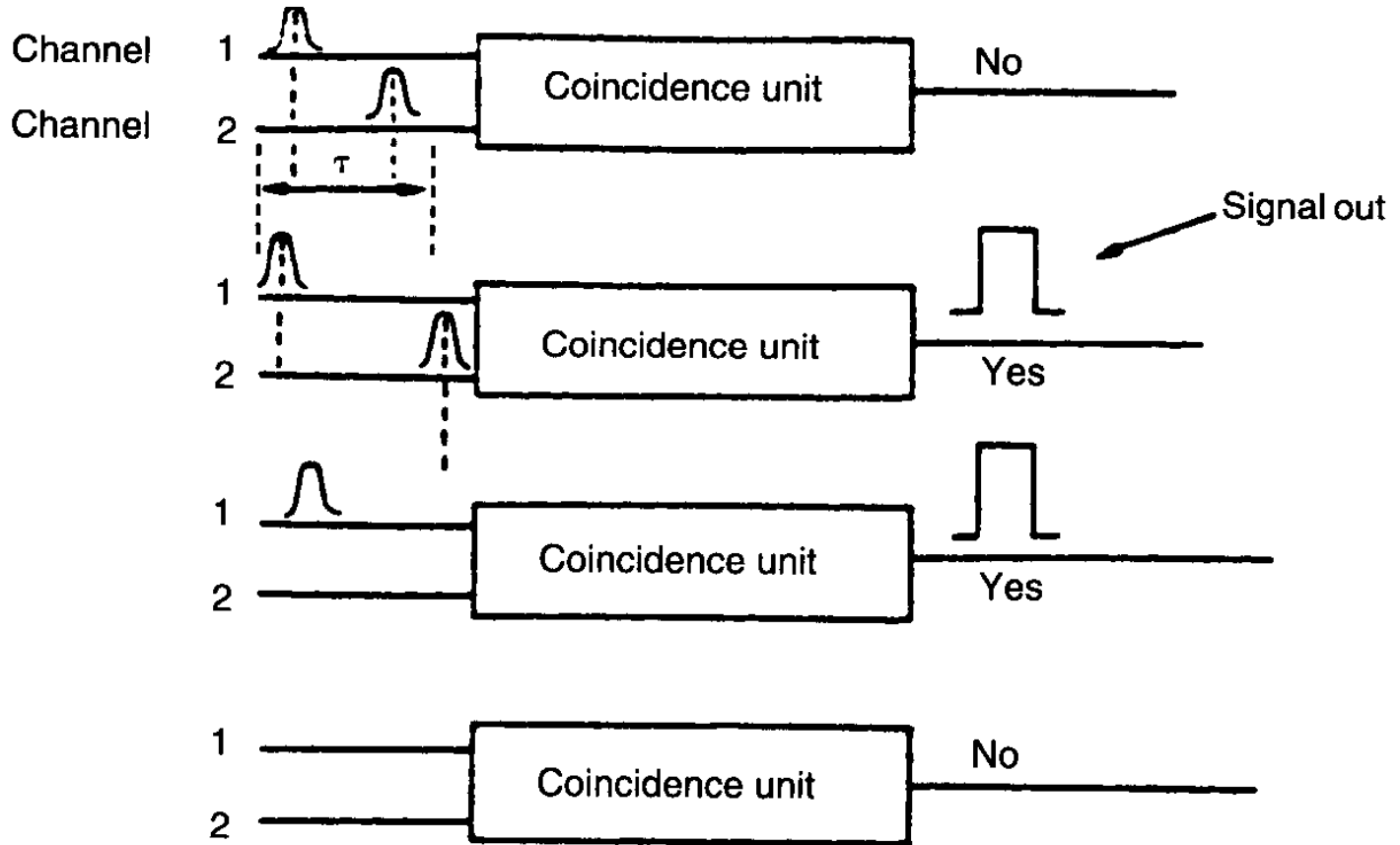
PULS UZATICI



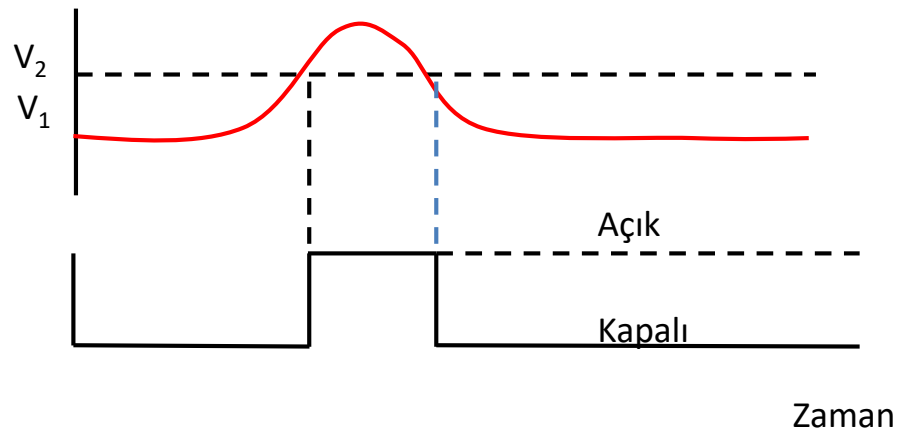
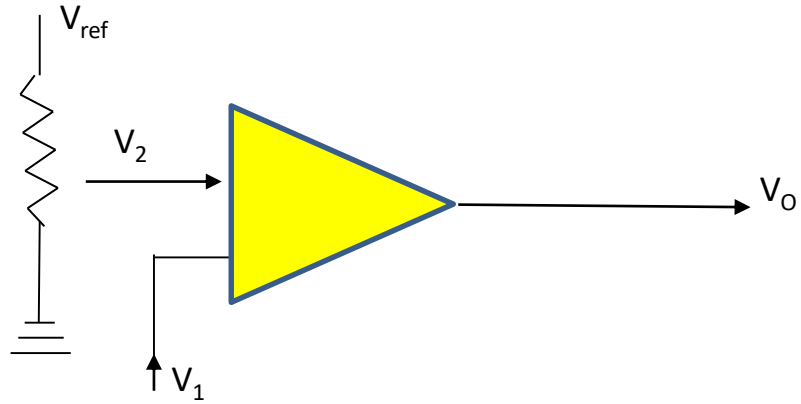
EŞ ZAMANLI DEVRE



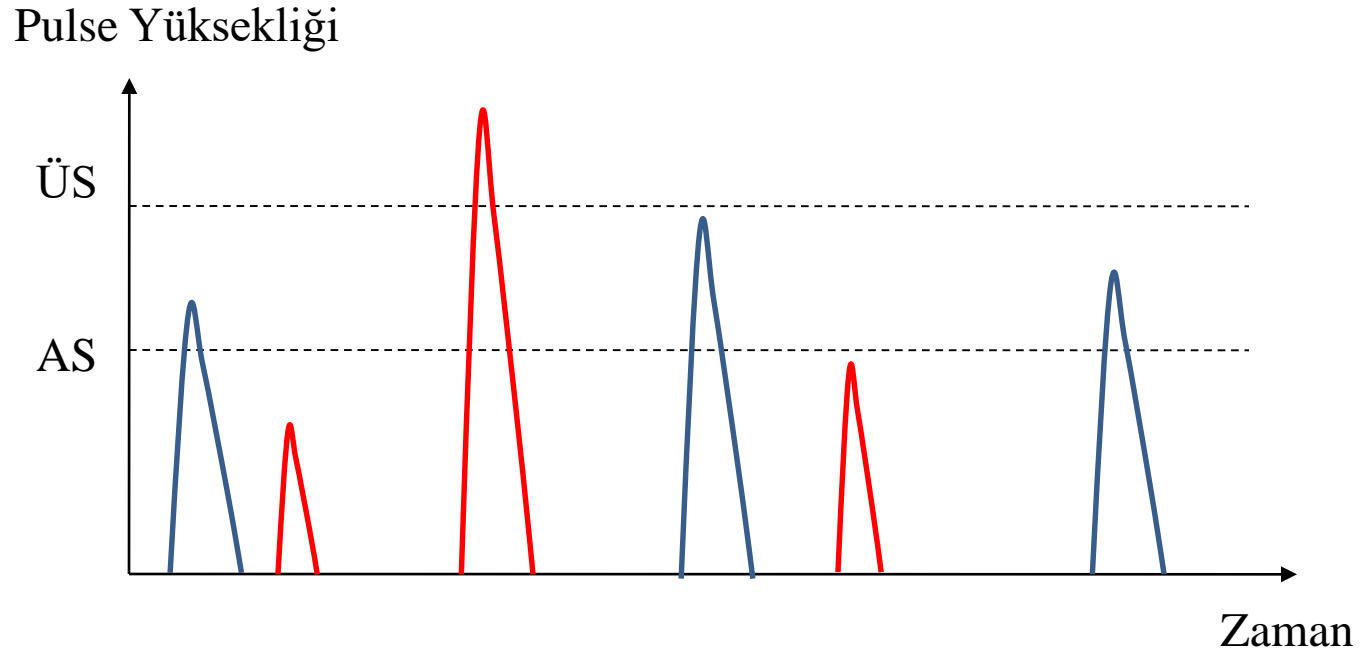
EŞ ZAMANSIZ DEVRE



İNTEGRAL DİSKRİMİNATÖR DEVRESİ



PULS YÜKSEKLİK ANALİZÖRÜ

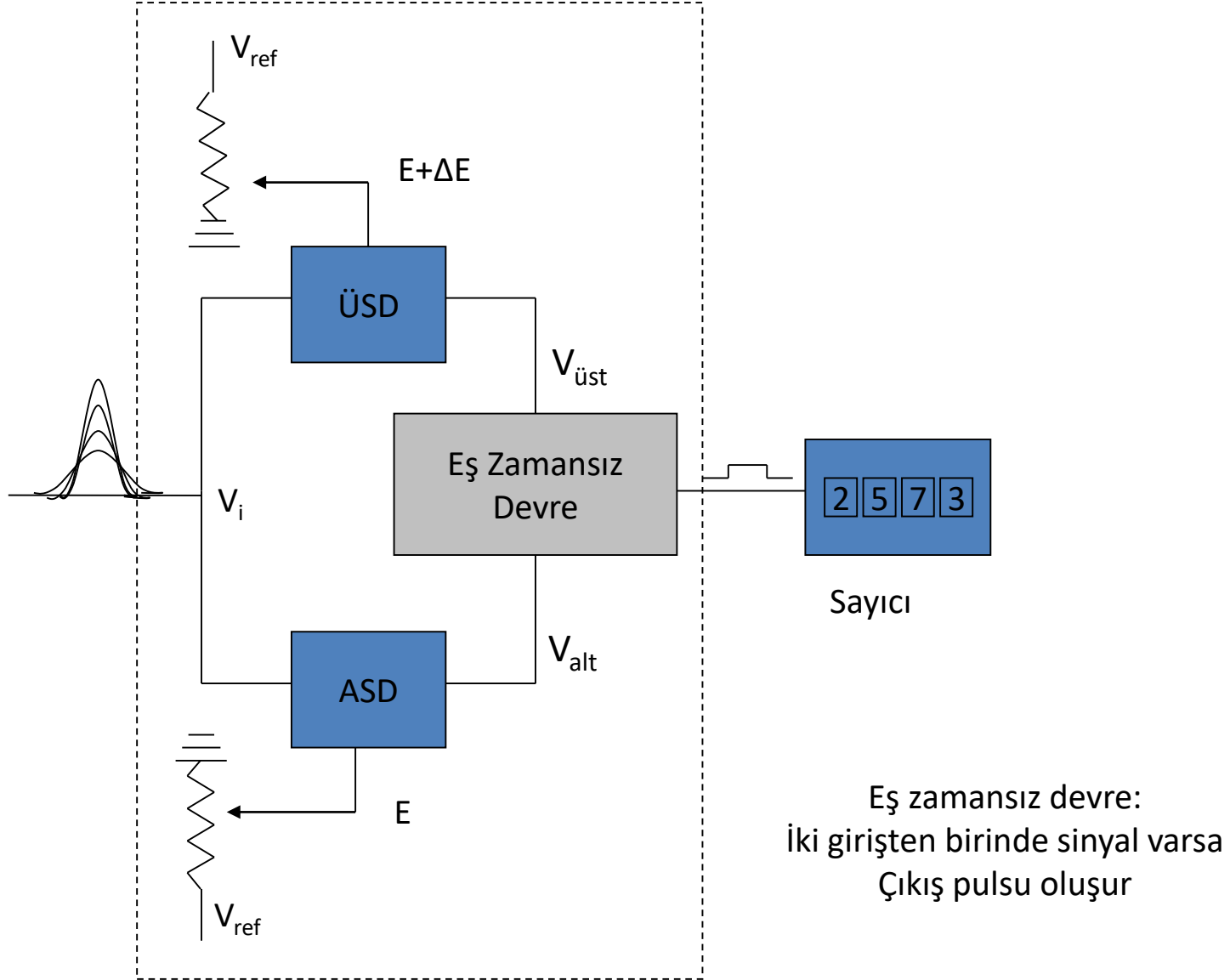


Puls Yüksekik Analizörü ile sadece belirli genlikdeki pulslar sayılır .

● Geçirilir

● Engellenir

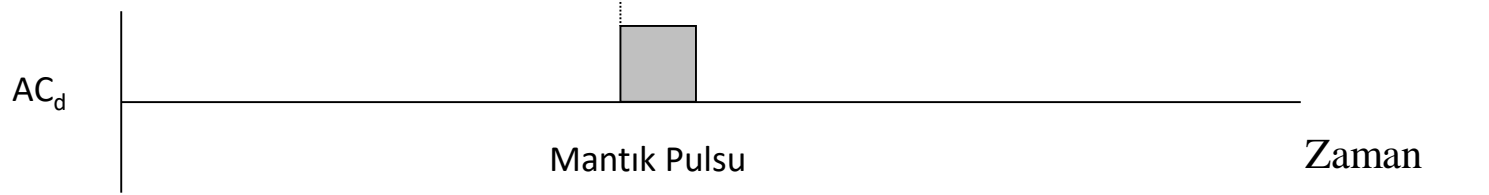
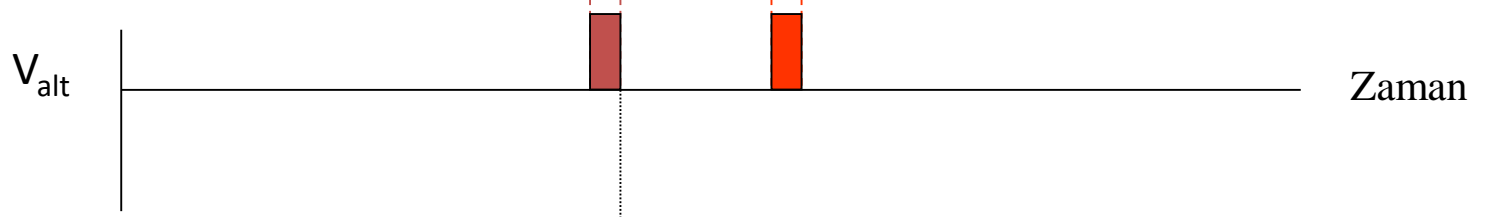
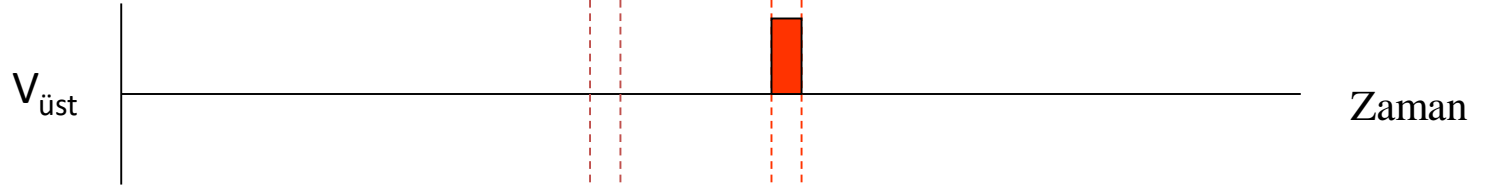
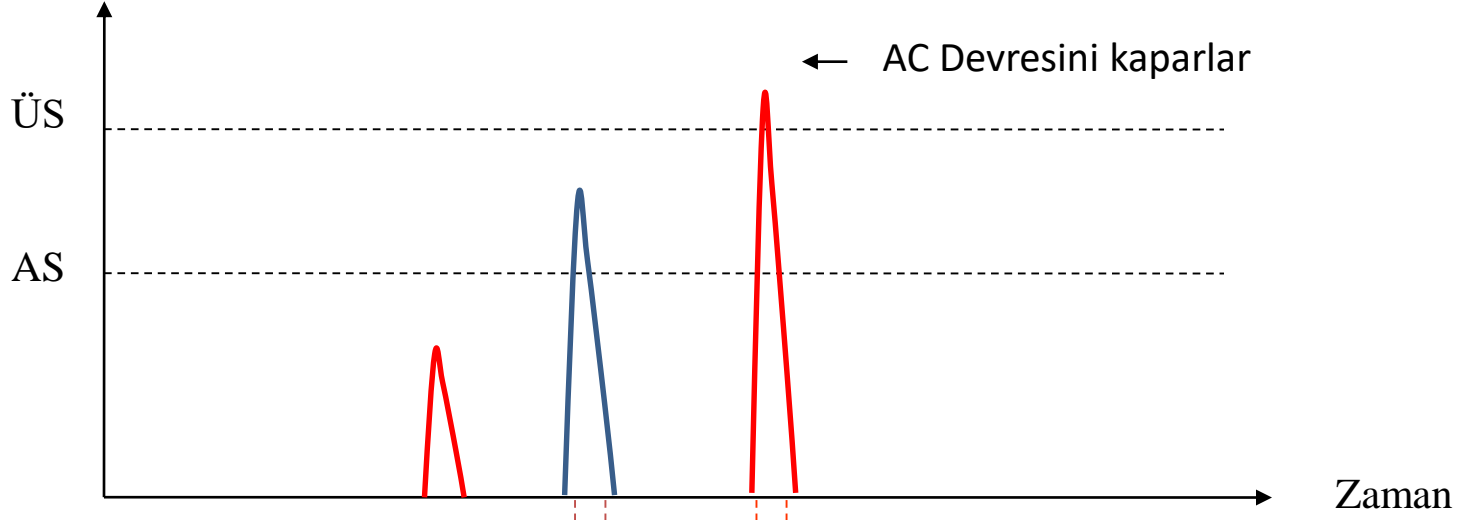
TEK KANALLI ANALİZÖR



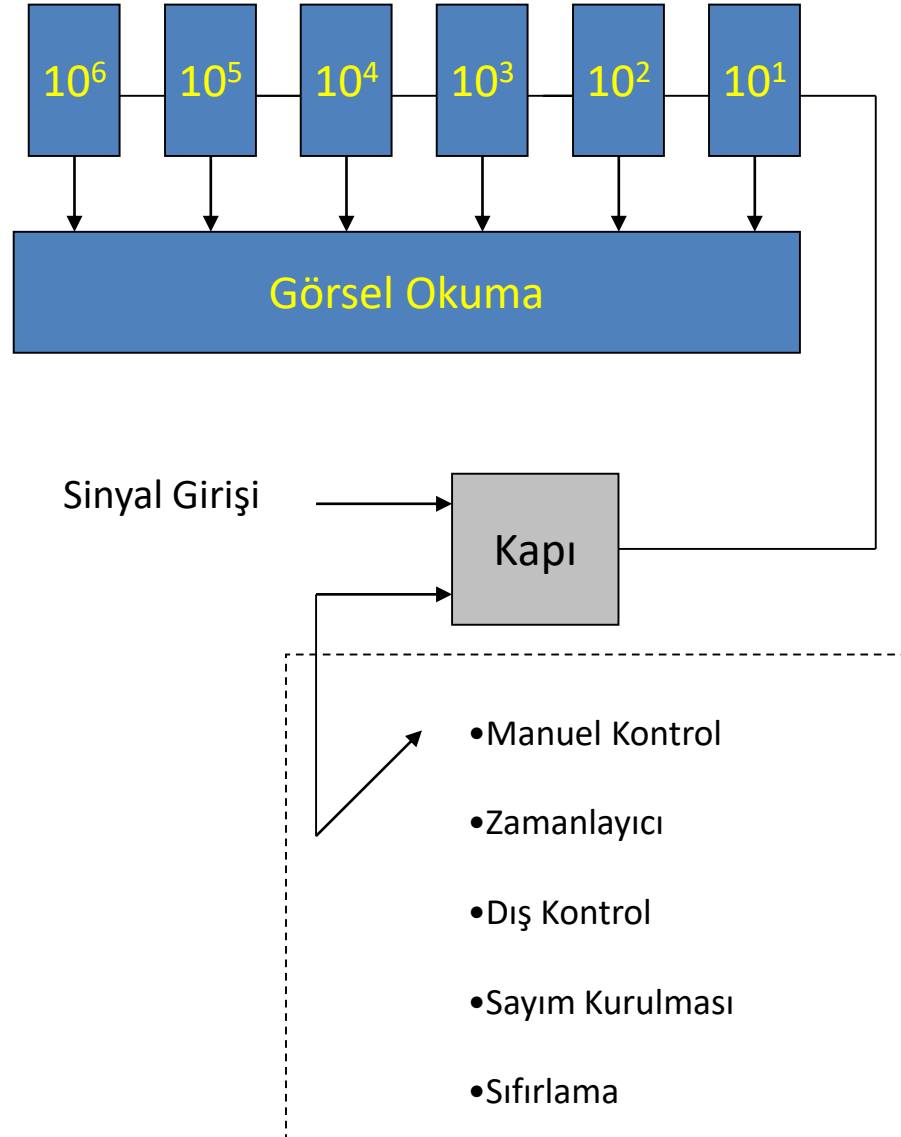
ÜSD: Üst Seviye Diskriminatörü

ASD: Alt Seviye Diskriminatörü

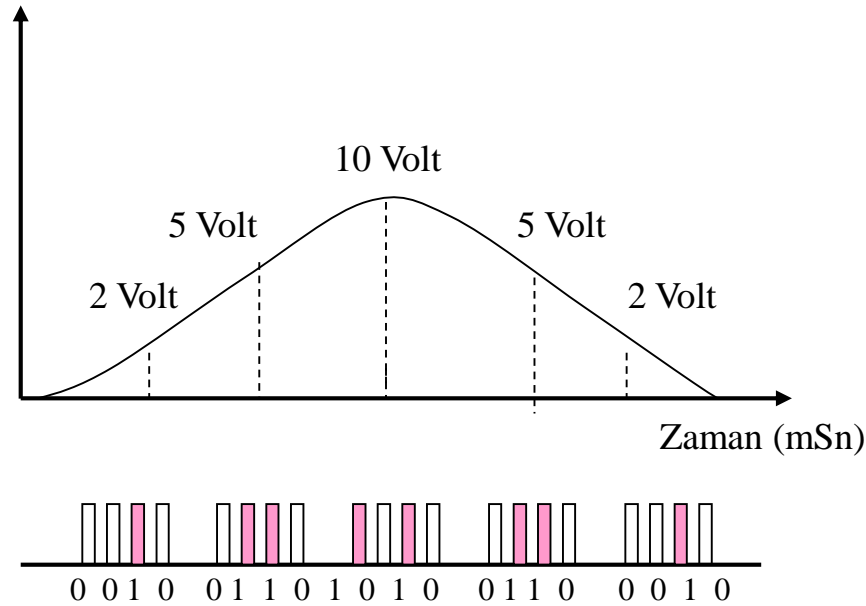
Pulse
Yüksekliği



PULS SAYICI

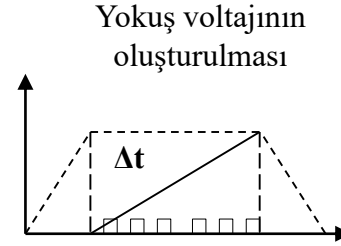
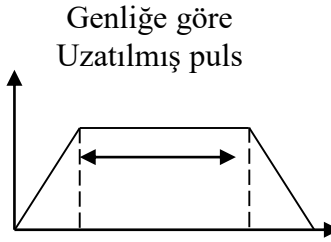
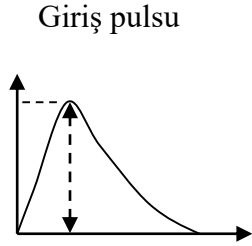
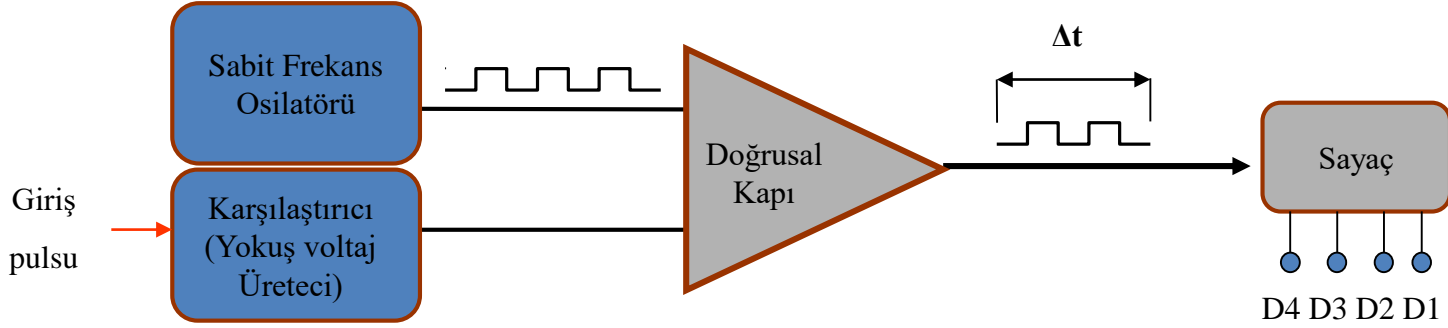


ANALOG – SAYISAL DÖNÜŞTÜRÜCÜ (ADC)

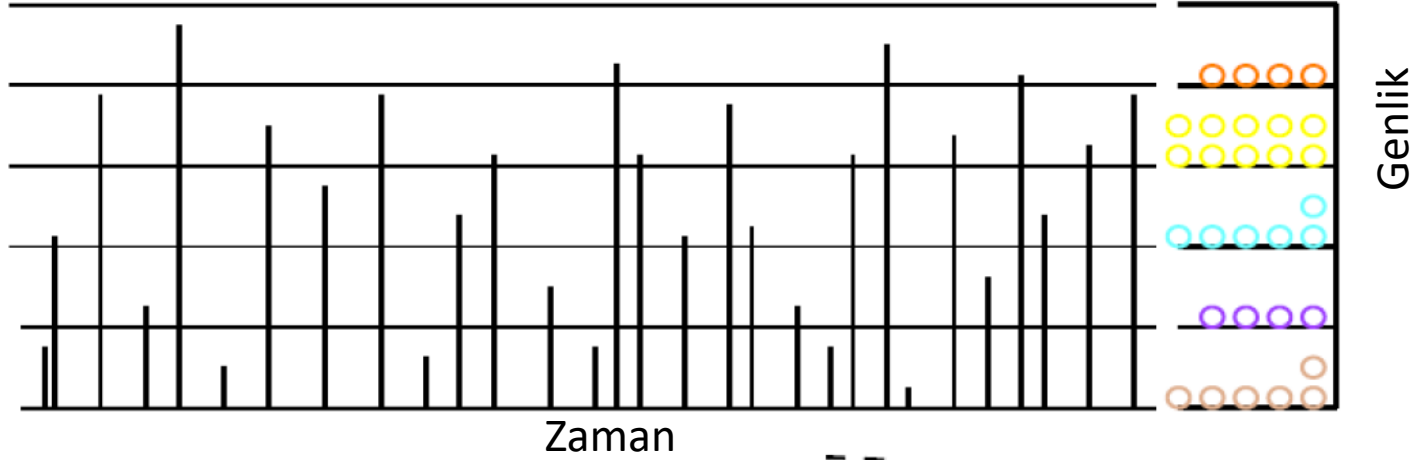


1. Dönüşümün hızı
1. Dönüşümün doğrusallığı (sayısal rakamın giriş voltaj genliğini ne kadar doğrulukla temsil ettiği)
1. Dönüşümün ayırma gücü (sayısal skalanın dönüşümünün gerçekleştirileceği maksimum genlik aralığına uyumu)

YOKUŞ TİPİ ADC



ÇOK KANALLI ANALİZÖR



Her enerjideki
Foton sayısı

