

İLERİ MIKRODENETLEYİCİLER

Ege Üniversitesi Ege MYO
Mekatronik Programı

BÖLÜM 4

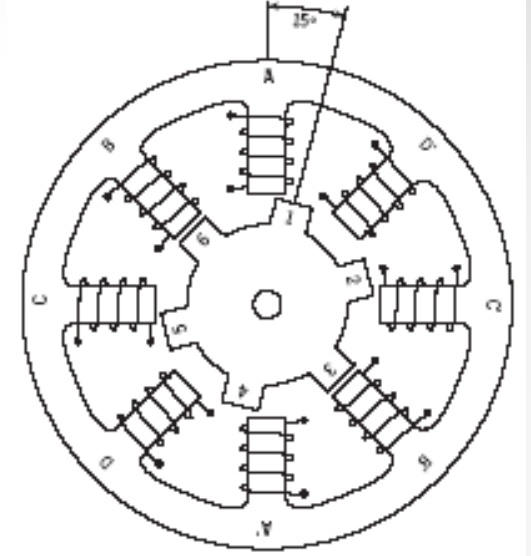
Motor Denetimi

Adım (Step) Motorunun Yapısı

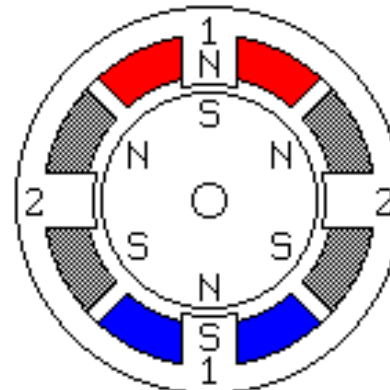
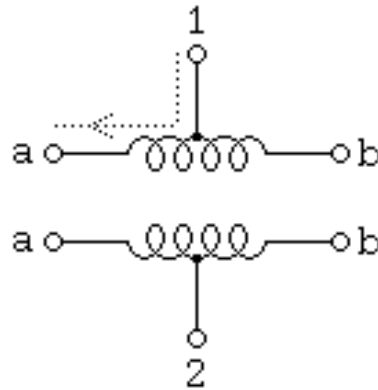
Adım Motorlar elektrik vurularını düzgün mekanik harekete dönüştüren elektromekanik aygıtlardır.

Motor iki kısımdan oluşur, sabit kısım elektromıknatis olan stator ve hareketli kısım sabit mıknatis olan rotordur.

Statorda yer alan kutup sargılarına uygun sırada verilen vurular sabit mıknatis olan rotorun üretim sırasında belirlenmiş adım kadar hareket etmesini sağlar.

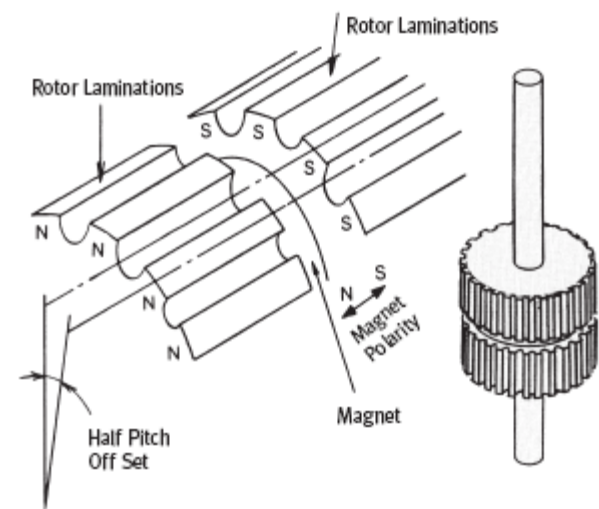
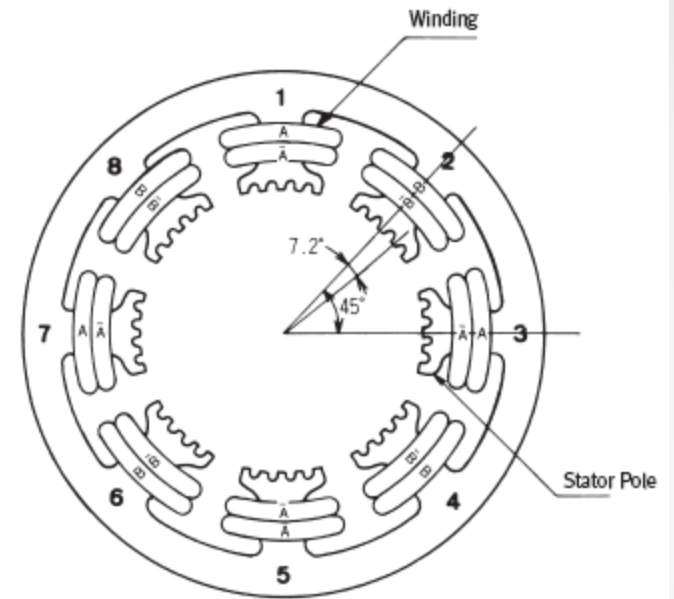


Adım Motorun Kesiti



Adım Motorunun Yapısı

- Statörde birden fazla kutup yer alır, her kutup üzerinde birden fazla iz yapılabilir bu izlerin hepsi aynı kutba N veya S mıknatıslanır.
- Rotorda kutuplarda yer alan her ize karşılık bir şerit mıknatıs karşılık gelir. Şerit mıknatıslar bir N bir S olacak şekilde yan yana dizilir ve sıkıca paketlenir.
- Bu izlerin genişliği adım motorunun bir adımda tarayacağı açıyı belirler.
- Adım motorları $0.9^\circ - 13^\circ$ aralığında üretilirler.
- Unipolar, Bipolar ve Değişken Relüktanslı olmak üzere 3 değişik türü vardır.



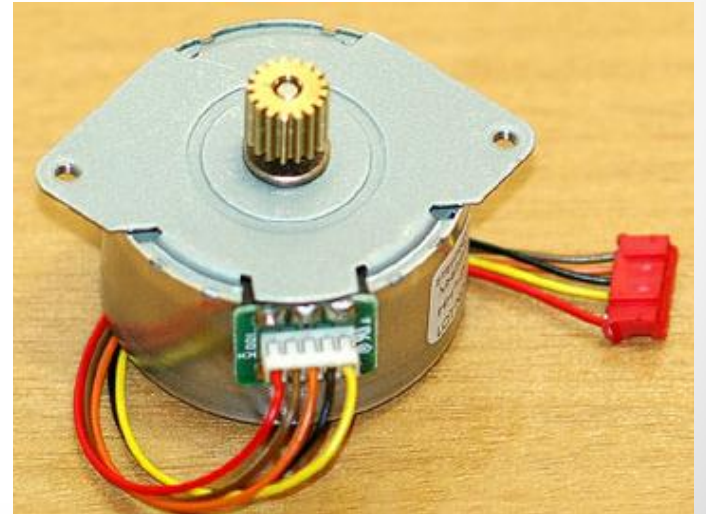
Adım Motoru Neden Kullanılır

Avantajları

- Dönme açısı girişine uygulanan vuru ile doğru orantılı olarak değişir.
- Sargılar enerjili olduğu sürece motor tam torktadır.
- Hassas hareket edebilir, hata oranı bir adımın %3-5 değerindedir. Bir sonraki adıma bu hata aktarılmaz.
- Başlatmaya durdurmaya ve ters döndürmeye hızlı yanıt verir.
- Fırça kullanılmadığı için tamir bakım gerektirmeden yıllarca kullanılabilir.
- Açık döngü denetimi yeterli olduğu için denetim devresi basit ve ucuzdur.
- Doğrudan motor miline bağlanmış yüklerde bile çok yavaş hızlarda doğru çalışabilir.

Dezavantajları

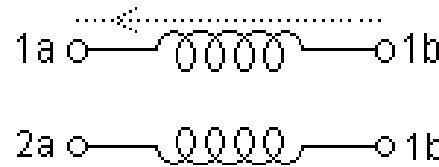
- Yüksek hızlarda kullanılamaz
- Denetimi düzgün yapılmadığında rezonansa girer.



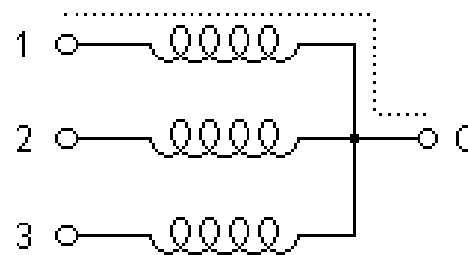
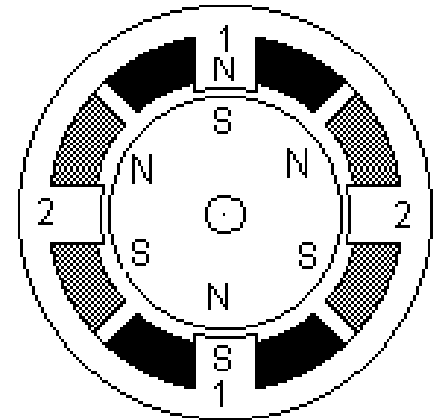
Bipolar, VR ve Unipolar

Adım Motorları

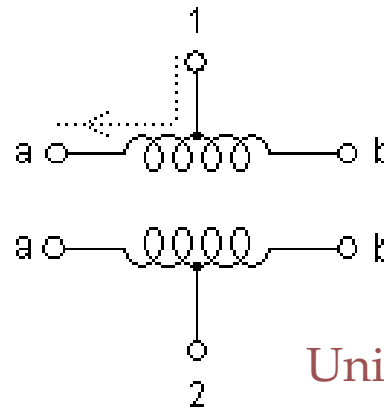
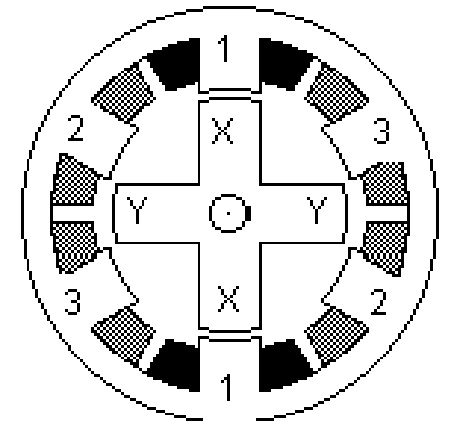
- Bipolar motorlarda iki adet sargı bulunur ve 4 uçludurlar, sargılar üzerinden iki yönde akım geçer.
- VR adım motorları Asenkron motora benzer ve 3 adet sargısı vardır, sargılar üzerinde çift yönlü akım geçer, rotorun pozisyonu bir sonraki hareket için önemlidir.
- Unipolar adım motorları 4 adet sargıdan oluşur. Sargılardan tek yönde akım geçer.



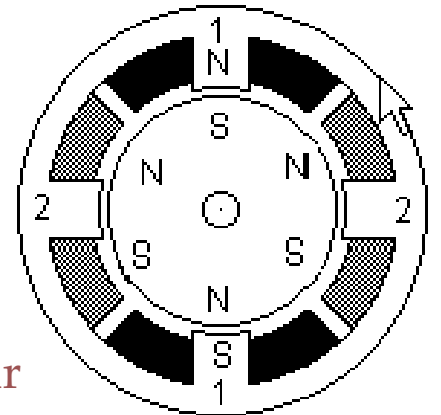
Bipolar



VR



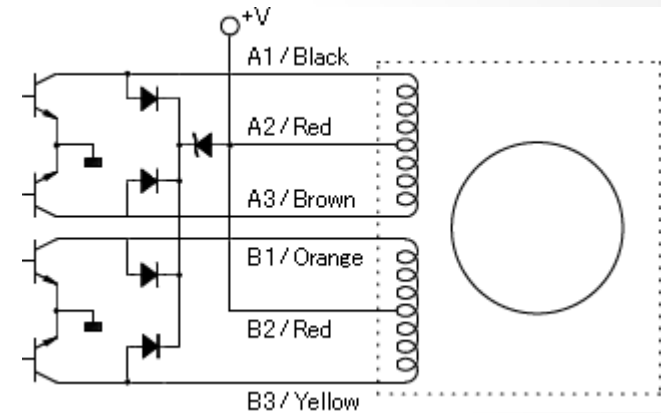
Unipolar



Adım Motorun Sürülmesi

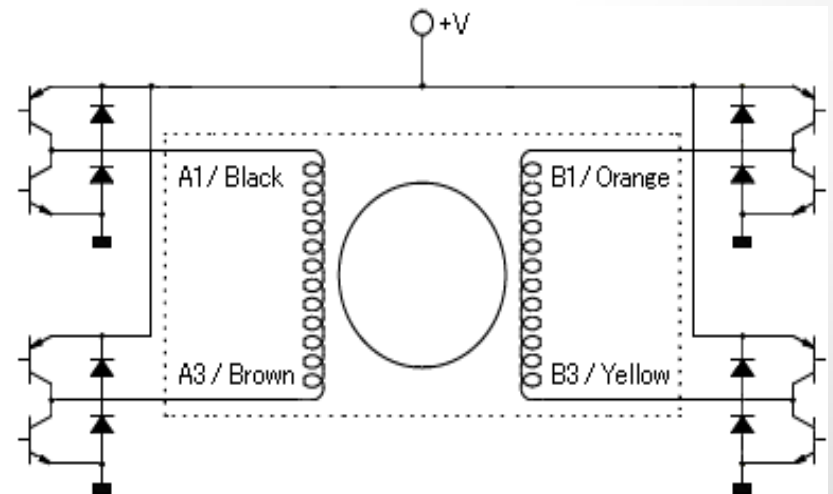
Unipolar Adım motorunun Sürülmesi

| | A1 | A3 | B1 | B3 | A2/B2 |
|---|-----|-----|-----|-----|-------|
| 1 | GND | | | GND | + |
| 2 | GND | | GND | | + |
| 3 | | GND | GND | | + |
| 4 | | GND | | GND | + |

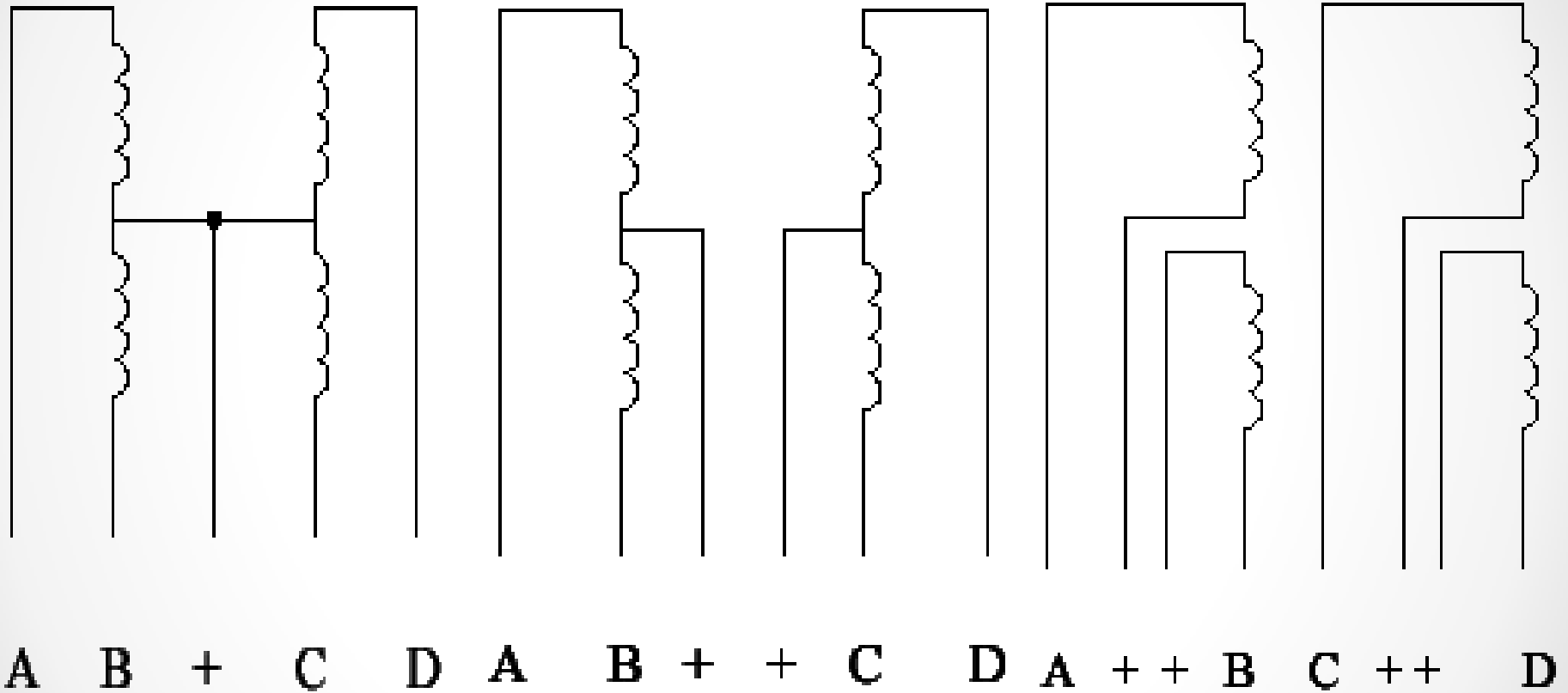


Bipolar Adım motorunun Sürülmesi

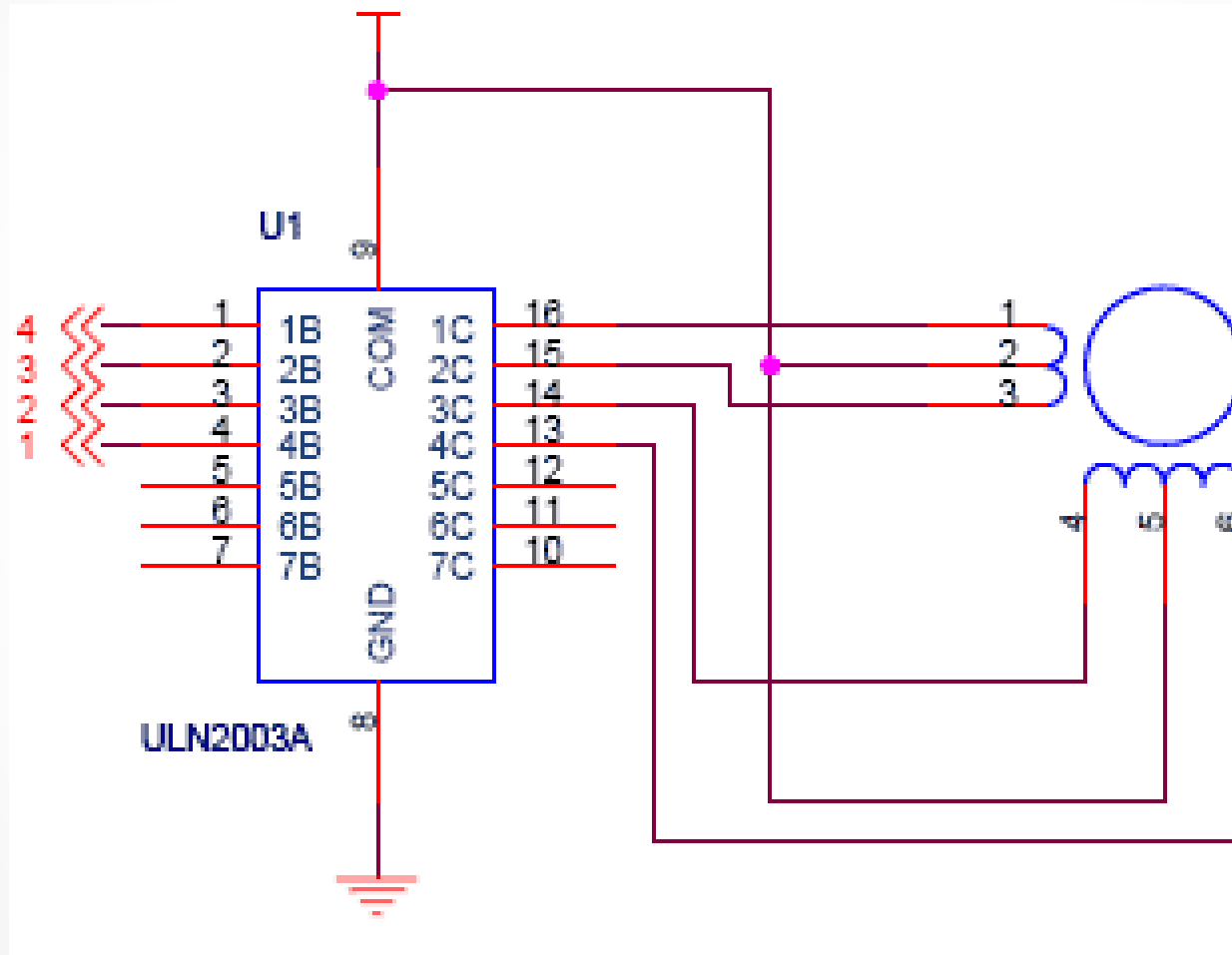
| | A1 | A3 | B1 | B3 |
|---|-----|-----|-----|-----|
| 1 | GND | + | + | GND |
| 2 | GND | + | GND | + |
| 3 | + | GND | GND | + |
| 4 | + | GND | + | GND |



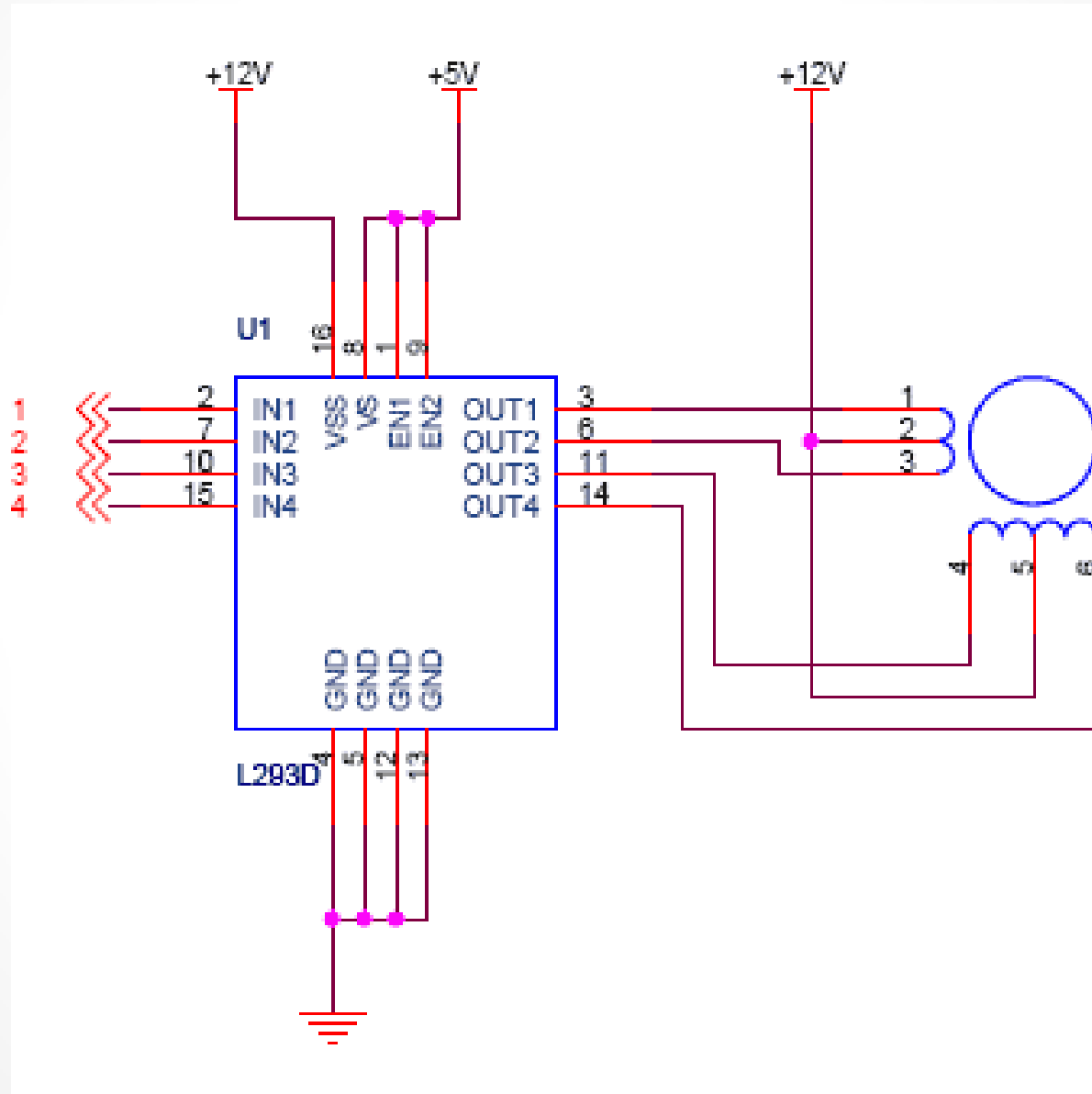
5, 6 ve 8 uçlu unipolar motor motor bağlantıları



ULN2003 ile Unipolar Step Motorun Sürülmesi

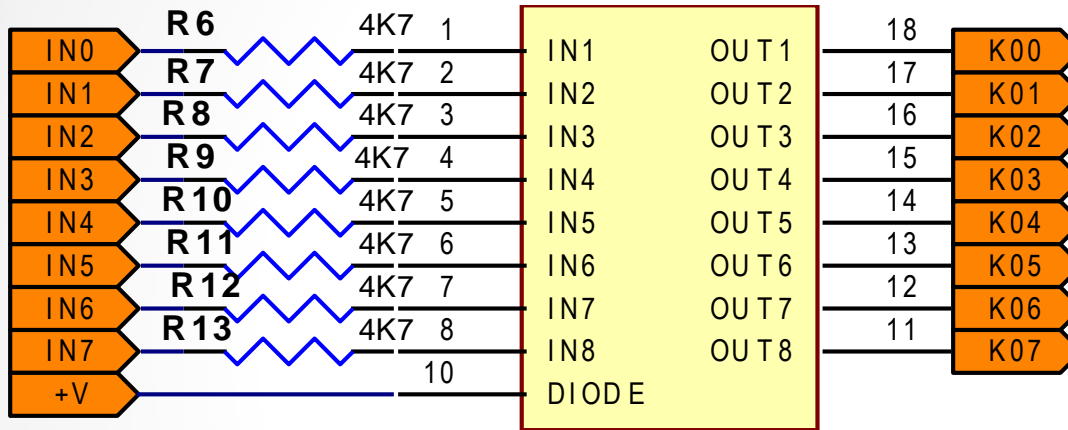


L293D ile Step Motorun Sürülmesi

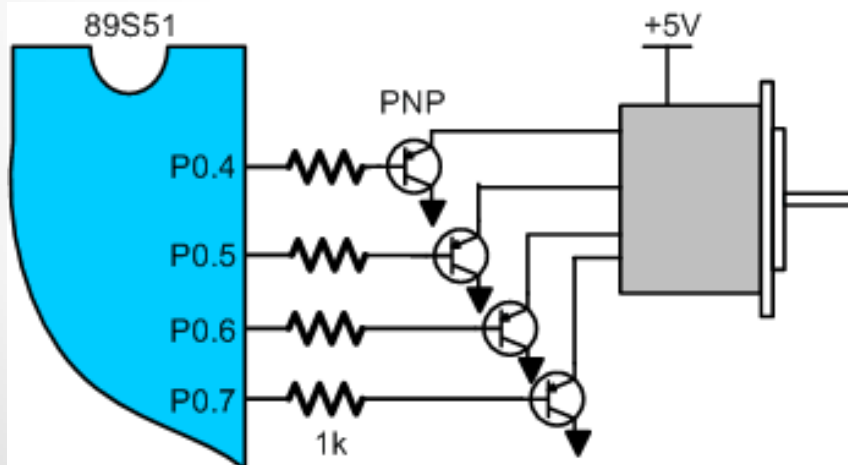
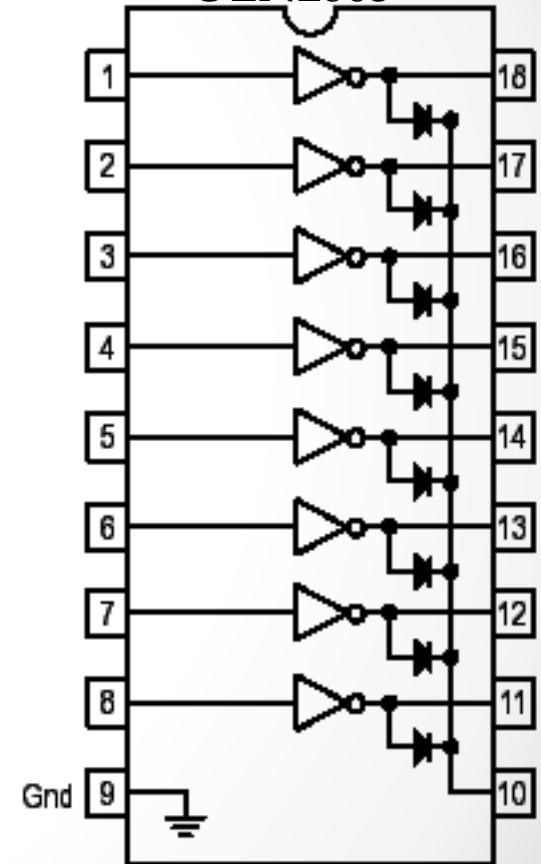


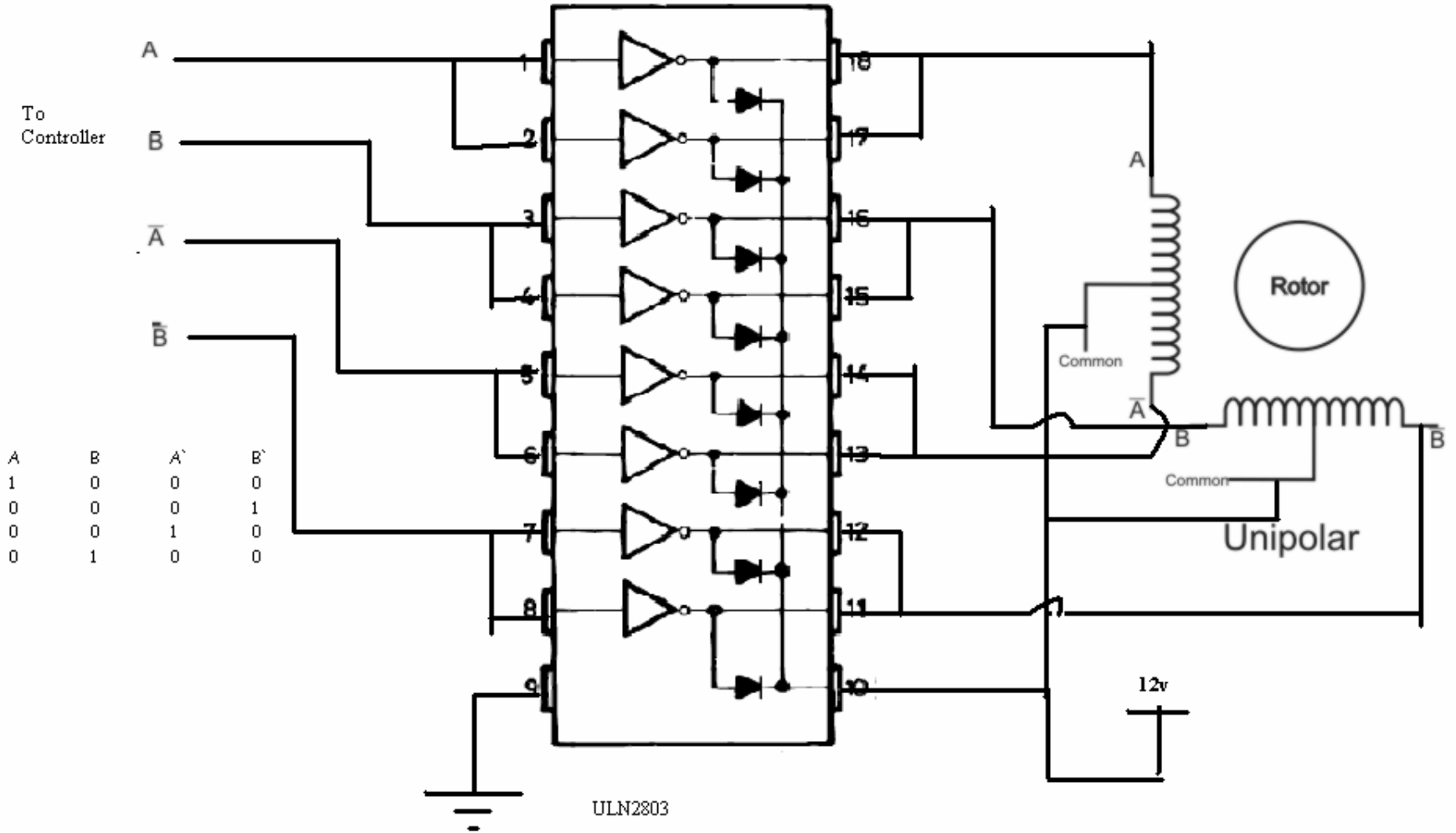
2803 ile Sürücü Devresi

ULN2803



ULN2803



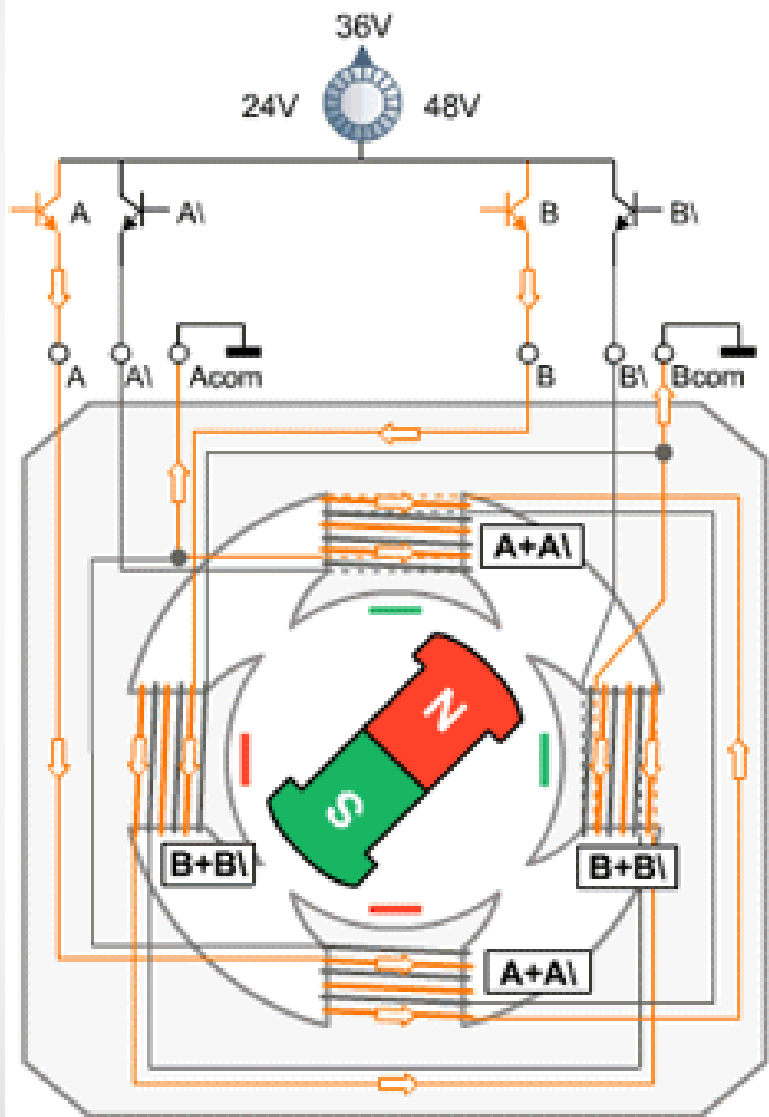


ULN2803

Tam Adımda Motor Hareketi

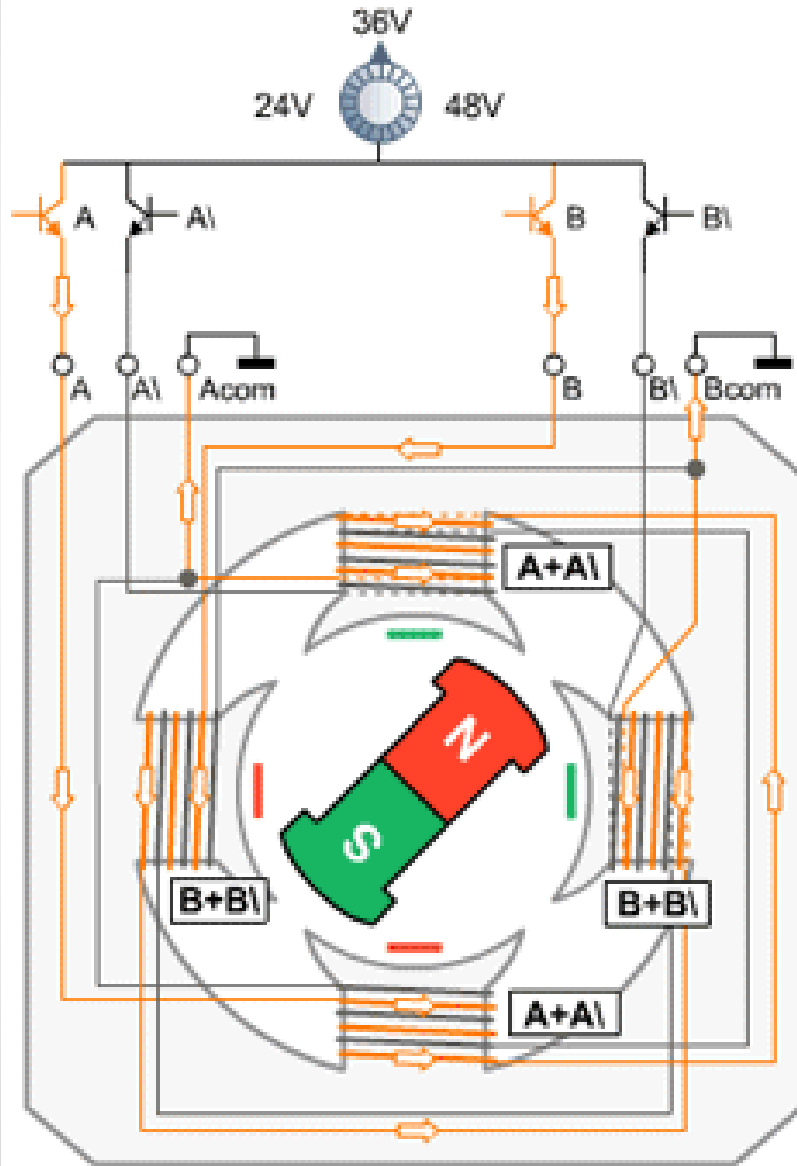
| Adım | Sargı 4 | Sargı 3 | Sargı 2 | Sargı 1 | Motor Hareketi |
|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| a.1 | İletimde | Kesimde | Kesimde | Kesimde | |
| a.2 | Kesimde | İletimde | Kesimde | Kesimde | |
| a.3 | Kesimde | Kesimde | İletimde | Kesimde | |
| a.4 | Kesimde | Kesimde | Kesimde | İletimde | |

Tam Adım çalışma



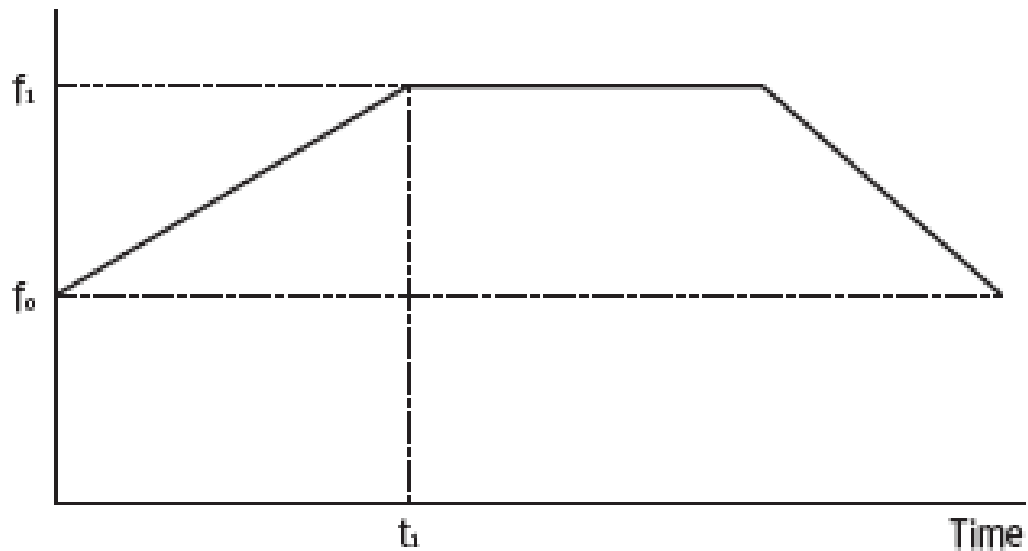
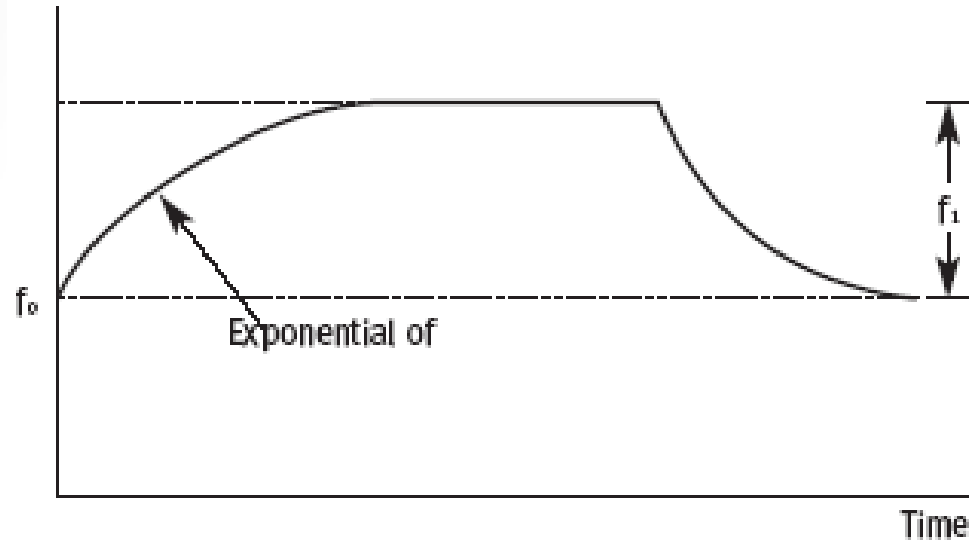
| Stepmode | | | | | | | | |
|----------|----|---|---|---|---|---|---|---|
| F | 0 | 1 | 2 | 3 | | | | |
| H | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| A | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| B | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| A' | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| B' | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| dez | 12 | 4 | 6 | 2 | 3 | 1 | 9 | 8 |

Yarım Adım



| Stepmode | | | | | | | | |
|----------|----|---|---|---|---|---|---|---|
| F | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| H | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| A | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| B | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| A' | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| B' | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| dez | 12 | 4 | 6 | 2 | 3 | 1 | 9 | 8 |

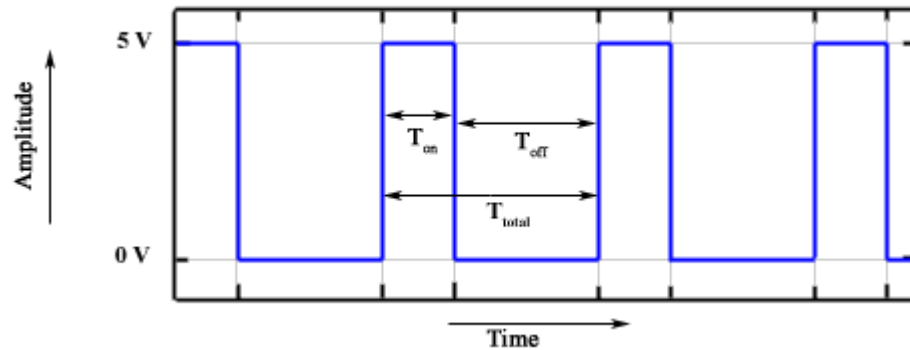
Hızlanma ve Yavaşlama



Deney 10 Adım motoru denetimi

1. Unipolar adım motoru bağlantısını ULN2803 Transistör paketini kullanarak yapın ve tam ve yarım adım örnek programları yazarak çalıştırın.
2. Tuş takımından 1 tuşunu arttırma 2 tuşunu eksiltme tuşu olarak kullanan programı yazın ve çalıştırın.
3. 3 tuşunu her basmada motorun yönünü değiştiren işlevi adım 2'e ekleyin ve programını yazarak çalıştırın.
4. Zamanlayıcıyı zaman geciktirme amacıyla kesmeli modda kullanan programı adım 3'te değiştirmeleri yaparak çalıştırın.
5. Dış kesme kaynağı 0 girişini motorun yön değiştirme girişi olarak kullanan programı yazarak çalıştırın.

PWM ile Fırçalı DC Motorun Hız Denetimi

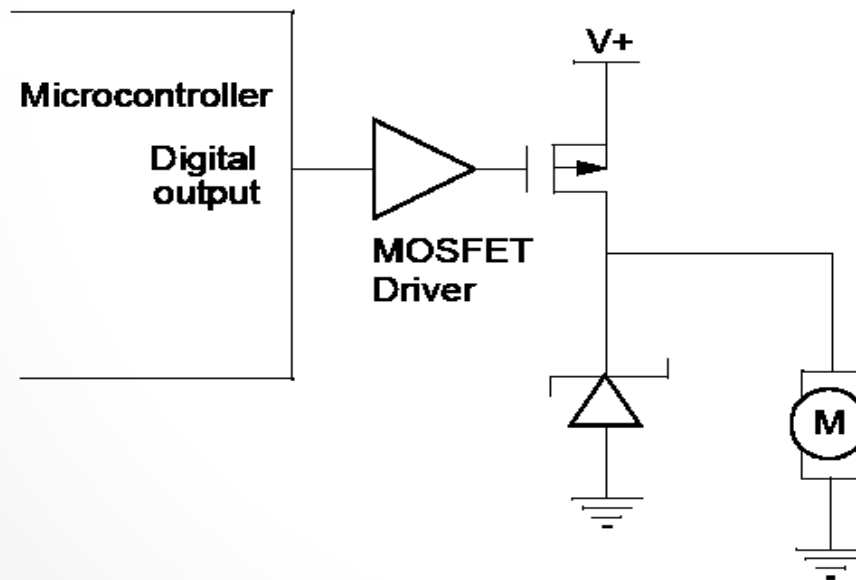


$$T_{total} = T_{on} + T_{off}$$

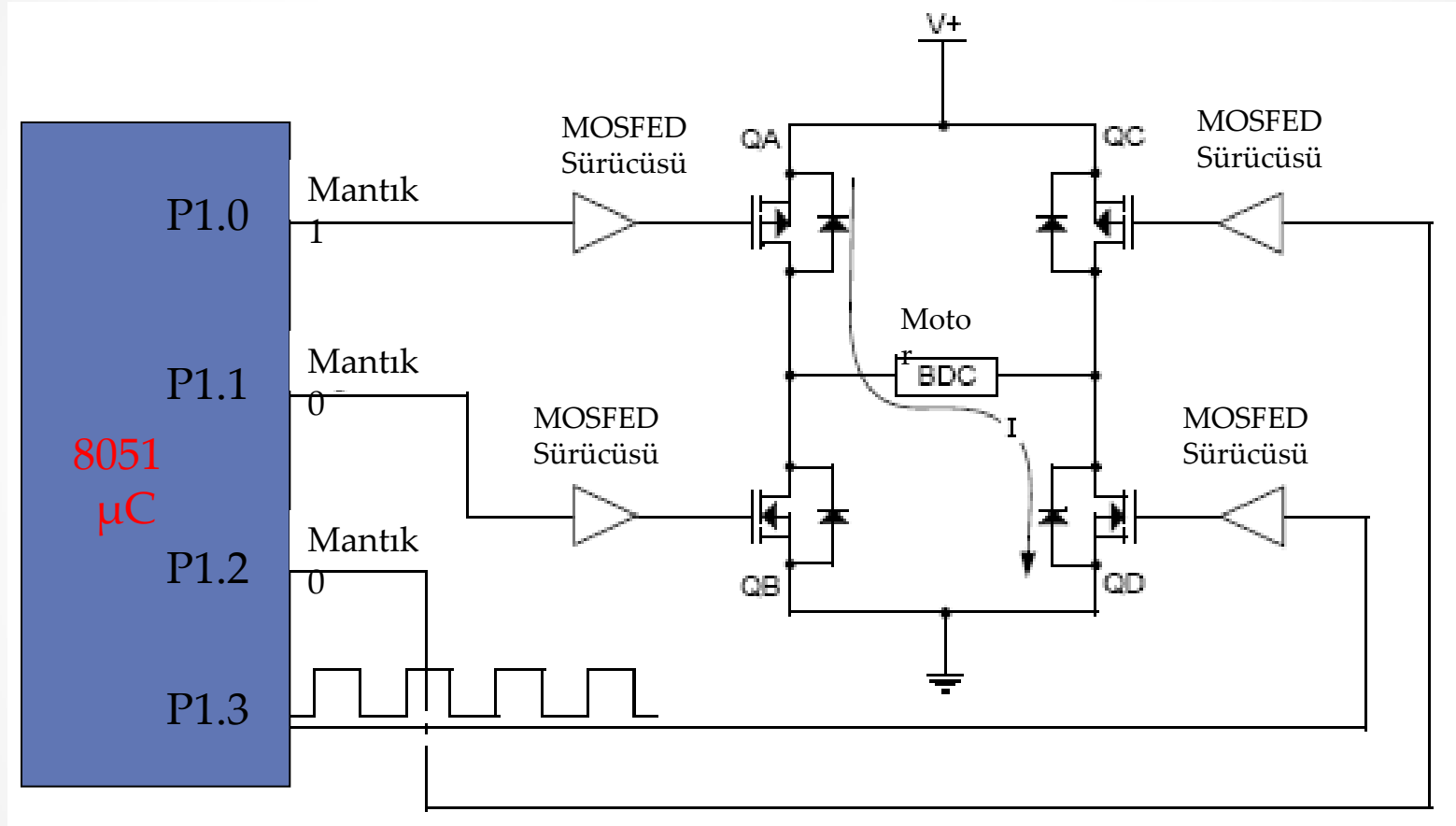
$$D = \frac{T_{on}}{(T_{on} + T_{off})} = \frac{T_{on}}{T_{total}}$$

$$V_{out} = D \times V_{in}$$

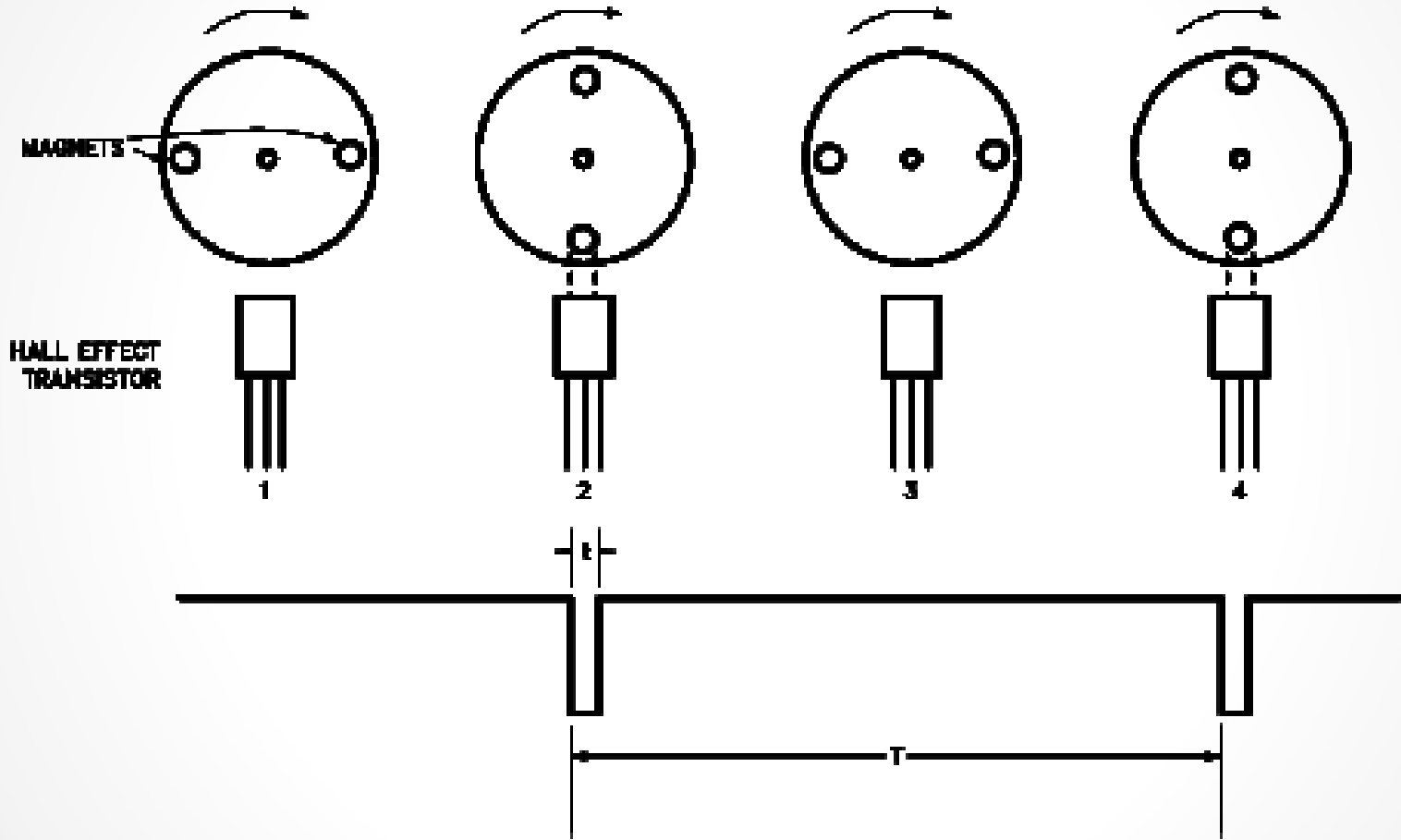
$$V_{out} = \frac{T_{on}}{T_{total}} \times V_{in}$$



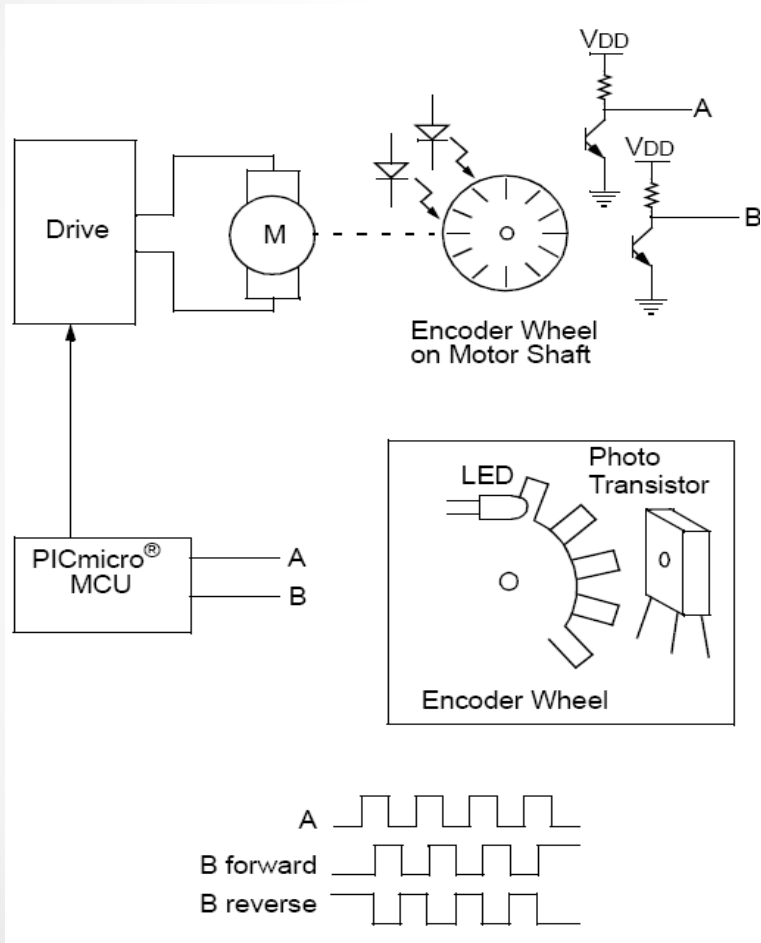
PWM ile Motor Denetimi



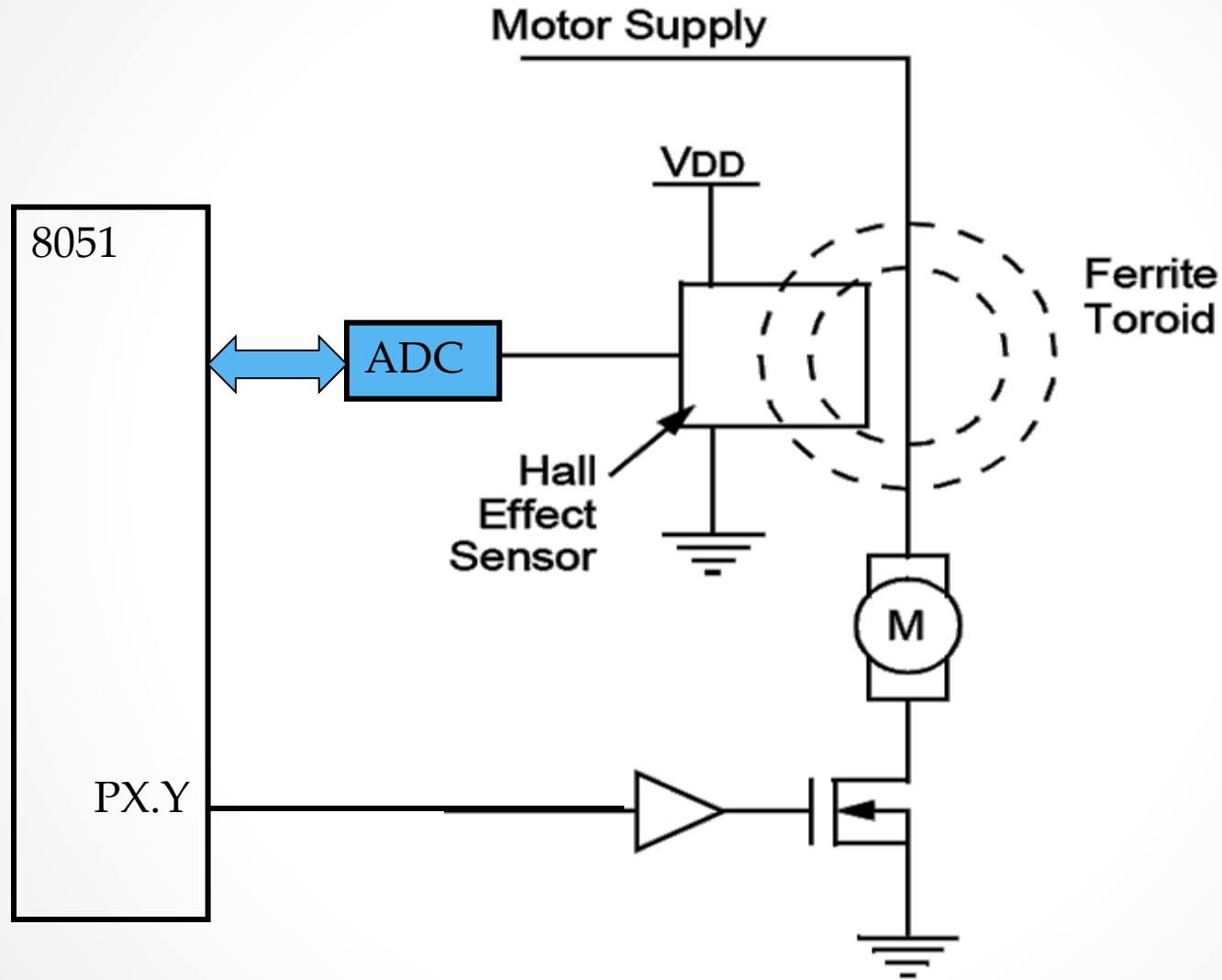
Köprü Tipi Sürücü ile Motor Hız Denetimi



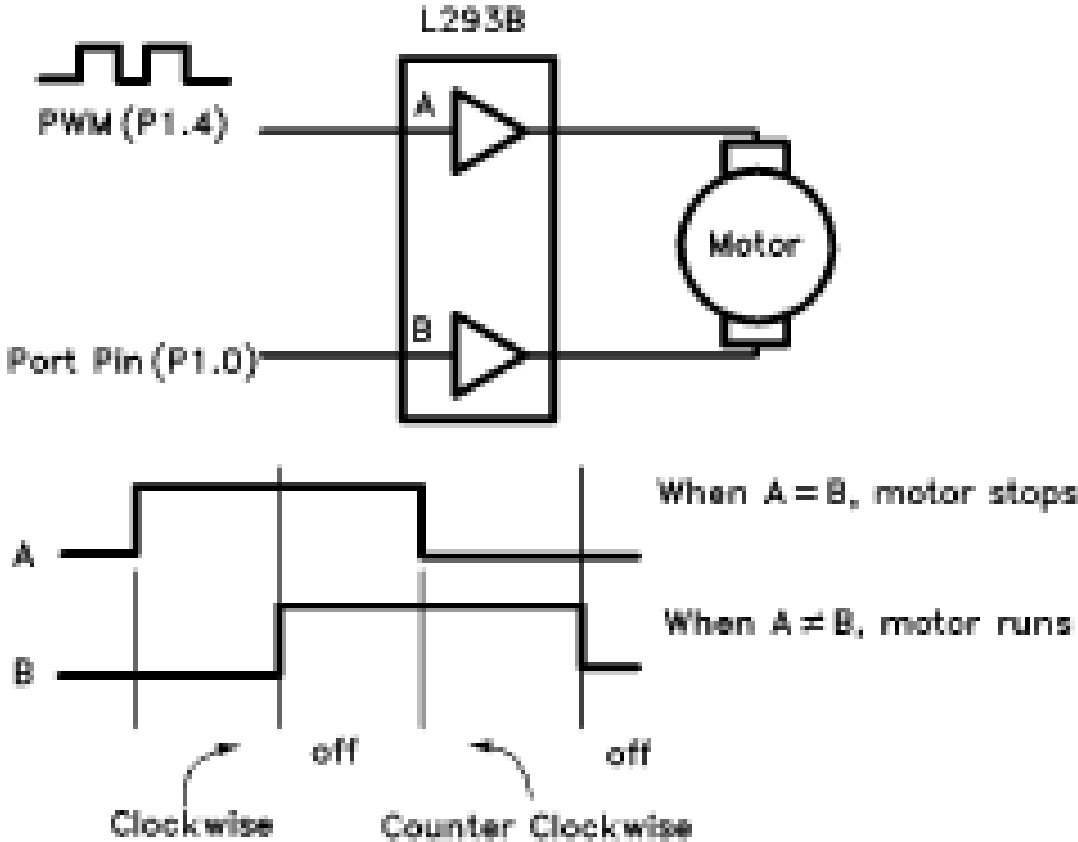
Optik Algılayıcı ile Geri besleme



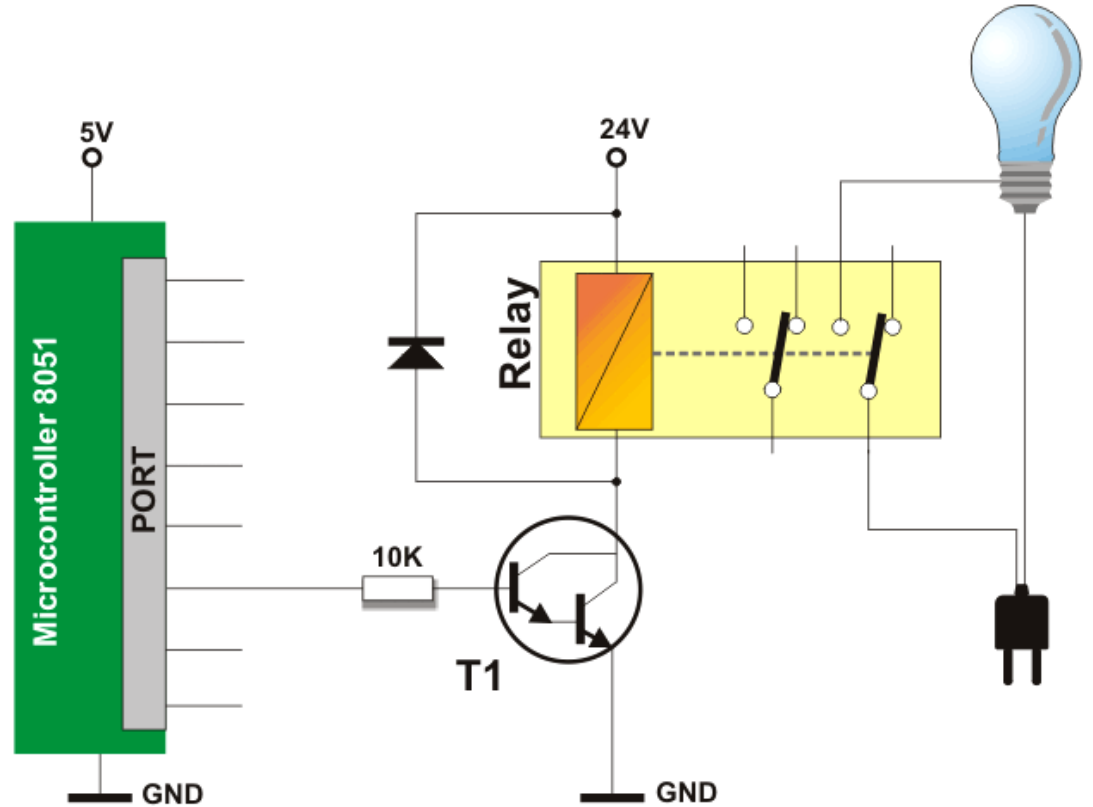
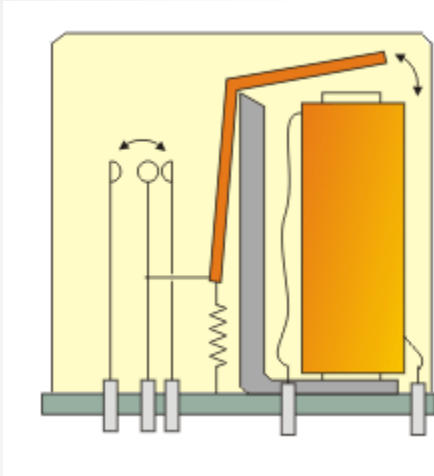
Akım Geri besleme ile kapalı döngü motor denetimi



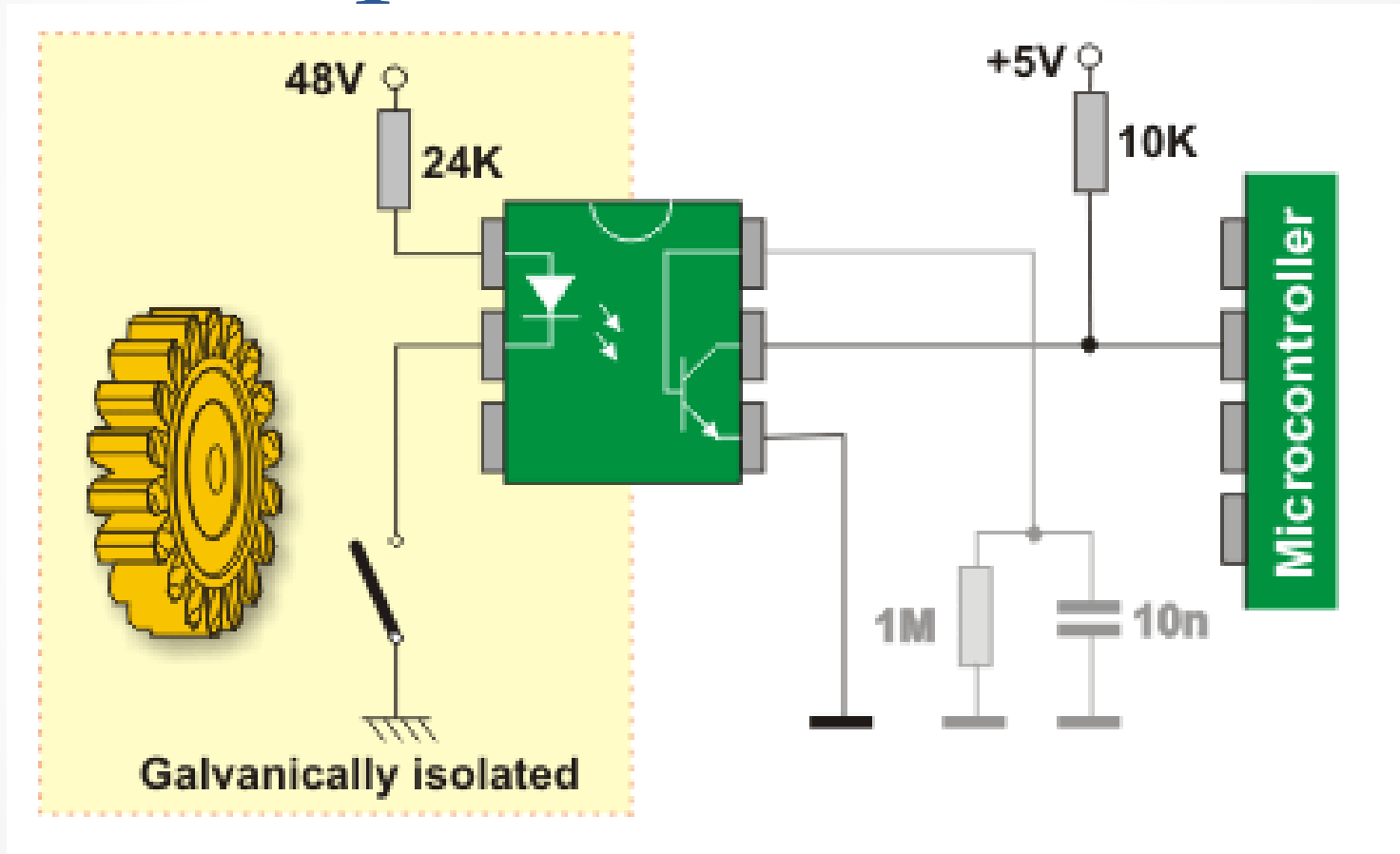
L293 ile motor denetimi



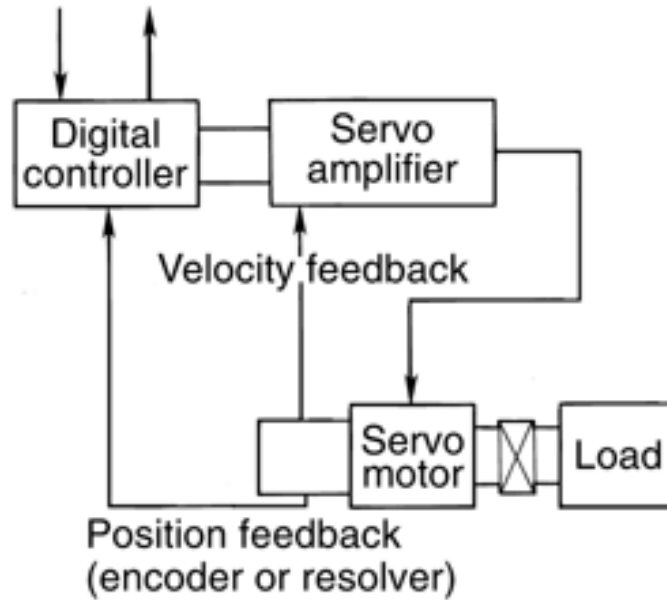
Röle ve Röle Bağlantısı

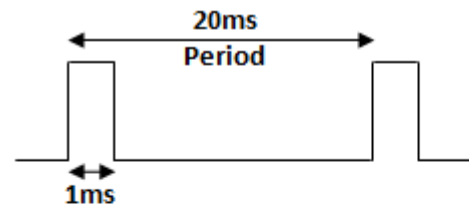
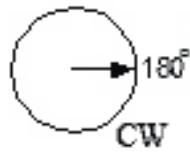
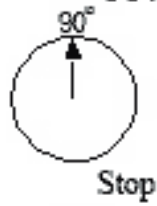
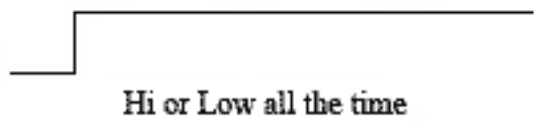
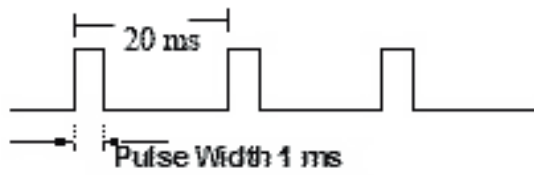


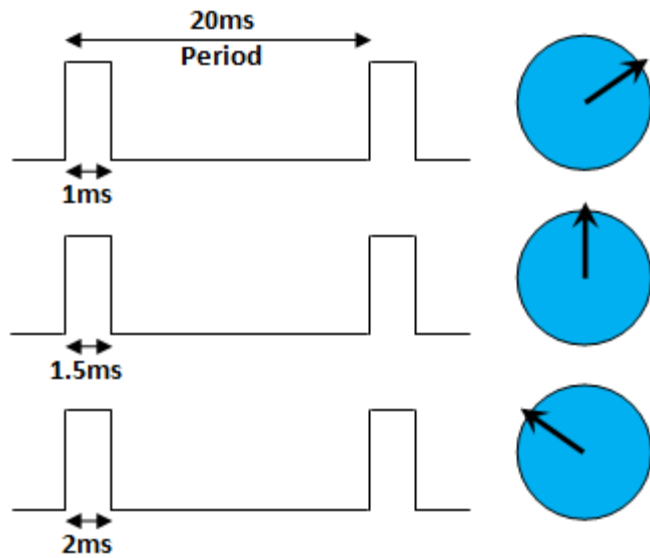
Optik Yalıtım



Servo Motor







Deney 11: PWM ile DA Motor Denetimi

1. Güç elektroniği setinizi kullanarak kapalı çevrim DA motor denetim devresini kurarak PWM ile hız denetim işlemini yapan programı yazıp çalıştırın.
2. Devir sayısı LCD göstergede görüntülensin.
3. 1 tuşu ile hız artsın, 2 tuşu ile azalsın 3 tuşu ile motor yönünü değiştirsin.

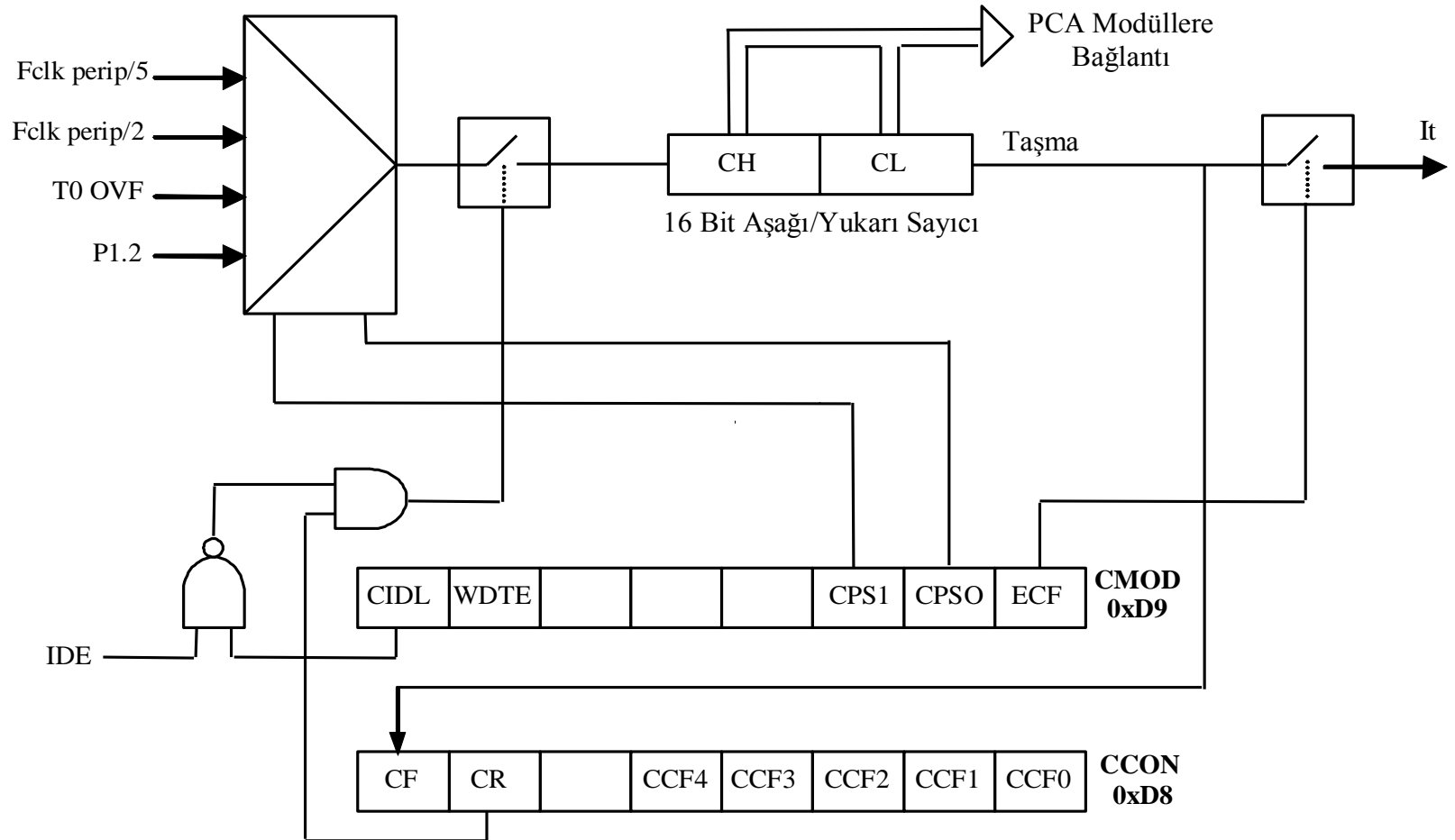
Gelişmiş Sayıcı Birimleri - PCA

- Programlanabilir Sayıcı Dizisi (PCA) birimi, MİB'den bağımsız olarak daha fazla zamanlama işlevleri sunma için tasarlanmıştır.
- PCA kullanılarak daha az kodla daha hassas zamanlama yapılabilir.
- PCA, 5 adet karşılaştırıcı/yakalayıcı birim dizisini besleyen bir zamanlayıcı/sayıcı ünitesinden meydana gelir

| PCA Birimi | Harici G/Ç Ucu |
|----------------|----------------|
| 16-bit sayıcı | P1.2/ECI |
| 16-bit Modül-0 | P1.3/CEX0 |
| 16-bit Modül-1 | P1.4/CEX1 |
| 16-bit Modül-2 | P1.5/CEX2 |
| 16-bit Modül-3 | P1.6/CEX3 |

Gelişmiş Sayıcı Birimleri - PCA

- PCA biriminin ayrıntılı blok diyagramı



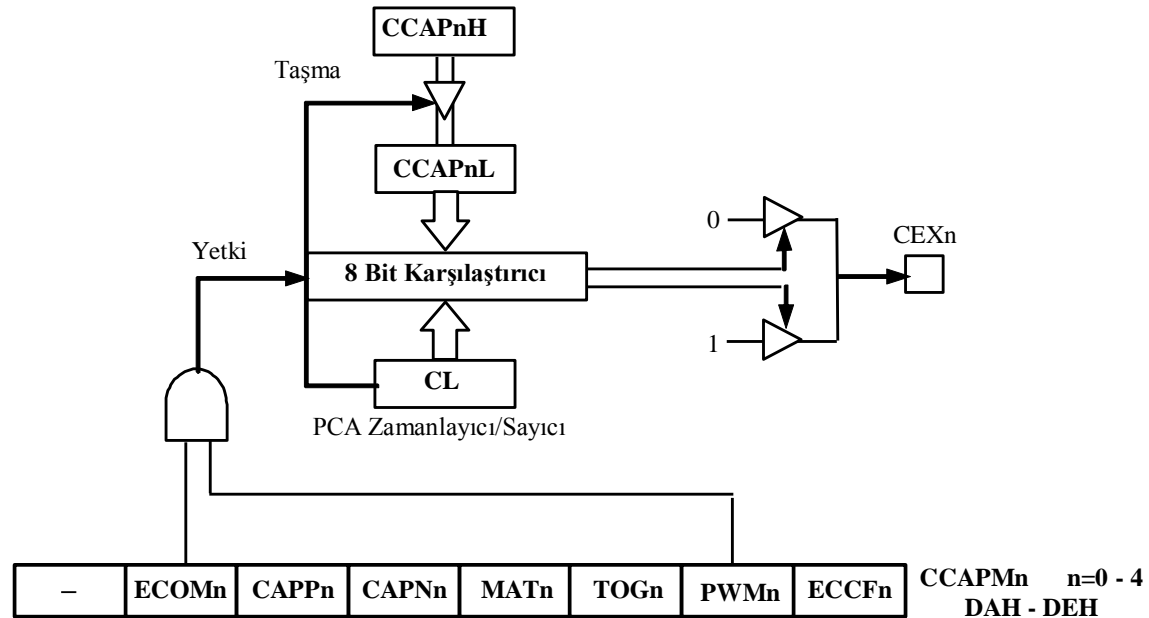
Gelişmiş Sayıcı Birimleri - PCA

PCA Modülleri:

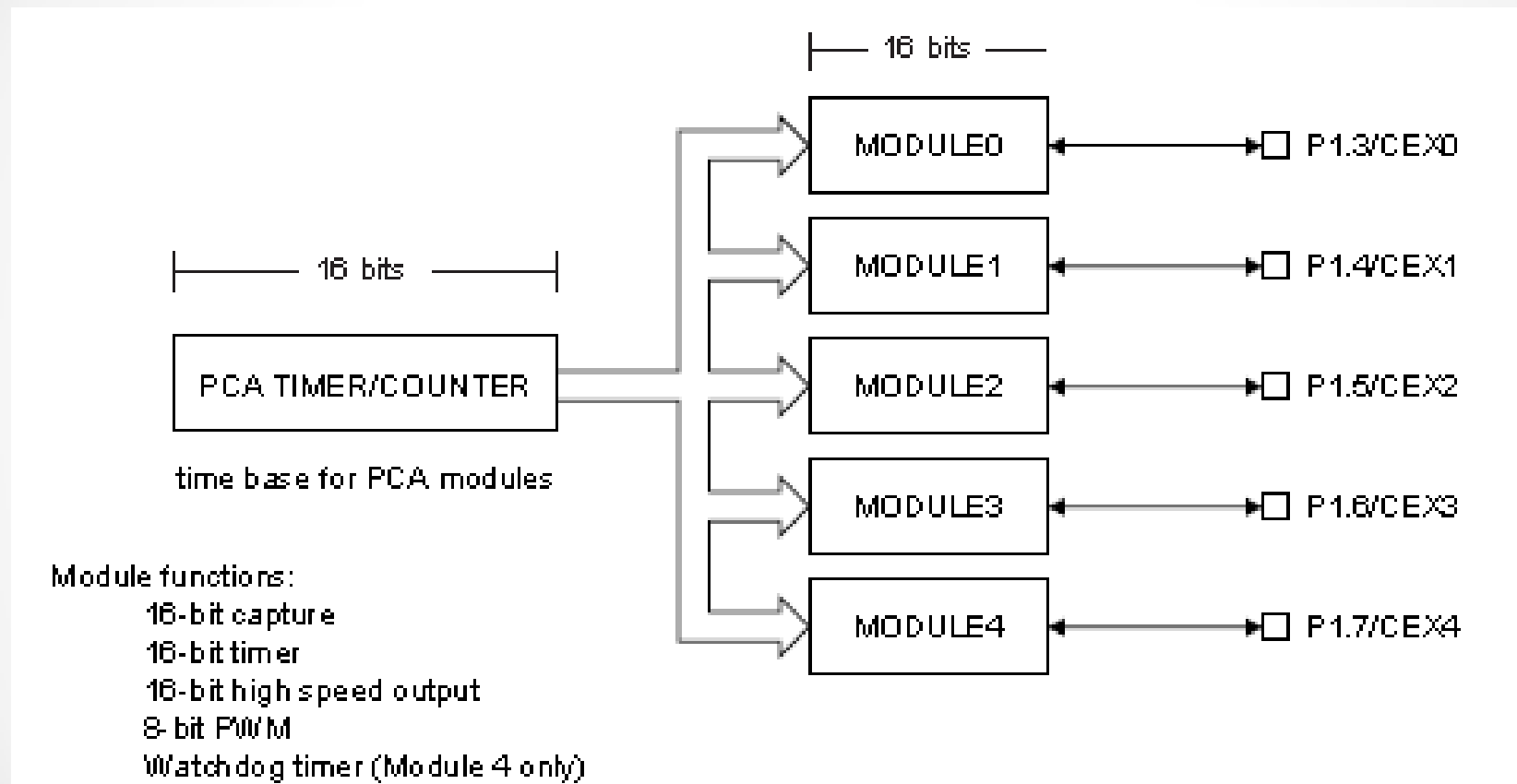
- 16-bit Yakalama, pozitif-kenar tetiklemeli
- 16-bit Yakalama, negatif-kenar tetiklemeli
- 16-bit Yakalama, hem pozitif-kenar hem de negatif-kenar tetiklemeli
- 16-bit Yazılım Zamanlayıcısı
- 16-bit yüksek hızlı çıkış
- 8-bit Darbe Genişlik Üretici

Gelişmiş Sayıcı Birimleri - PWM

- Bütün PCA modülleri **PWM** (Pulse Width Modulator) çıkışı olarak kullanılabilir.
- **PWM** çıkış frekansı, **CA** zamanlayıcısının kaynağına bağlıdır.



PCA ile PWM



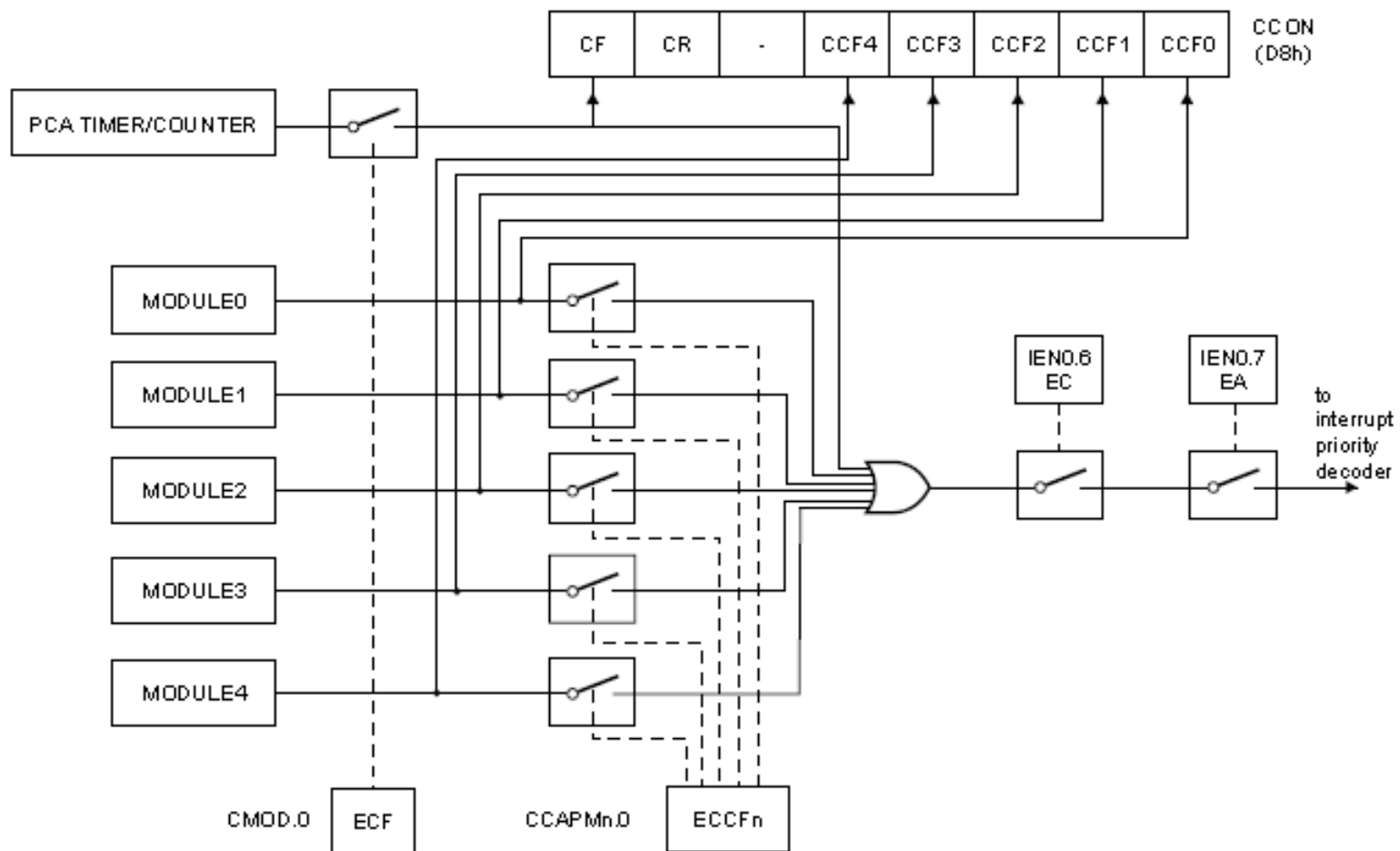


Fig 21. PCA interrupt system.

CMOD

Table 36: CMOD - PCA counter mode register (address D9H) bit description

| Bit | Symbol | Description |
|--------|---------------|---|
| 7 | CIDL | Counter Idle Control: CIDL = 0 programs the PCA Counter to continue functioning during Idle Mode. CIDL = 1 programs it to be gated off during idle. |
| 6 | WDTE | Watchdog Timer Enable: WDTE = 0 disables Watchdog timer function on module 4. WDTE = 1 enables it. |
| 5 to 3 | - | Reserved for future use. Should be set to '0' by user programs. |
| 2 to 1 | CPS1, CPS0 | PCA Count Pulse Select (see Table 37 below). |
| 0 | ECF | PCA Enable Counter Overflow Interrupt: ECF = 1 enables CF bit in CCON to generate an interrupt. ECF = 0 disables that function. |

Table 37: CMOD - PCA counter mode register (address D9H) count pulse select

| CPS1 | CPS0 | Select PCA input |
|------|------|--|
| 0 | 0 | 0 Internal clock, $f_{osc}/6$ |
| 0 | 1 | 1 Internal clock, $f_{osc}/6$ |
| 1 | 0 | 2 Timer 0 overflow |
| 1 | 1 | 3 External clock at ECI/P1.2 pin (max rate = $f_{osc}/4$) |

CCON

Table 38: CCON - PCA counter control register (address 0D8H) bit allocation

Bit addressable; Reset value: 00H

| Bit | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|--------|----|----|---|------|------|------|------|------|
| Symbol | CF | CR | - | CCF4 | CCF3 | CCF2 | CCF1 | CCF0 |

Table 39: CCON - PCA counter control register (address 0D8H) bit description

| Bit | Symbol | Description |
|-----|--------|--|
| 7 | CF | PCA Counter Overflow Flag. Set by hardware when the counter rolls over. CF flags an interrupt if bit ECF in CMOD is set. CF may be set by either hardware or software but can only be cleared by software. |
| 6 | CR | PCA Counter Run Control Bit. Set by software to turn the PCA counter on. Must be cleared by software to turn the PCA counter off. |
| 5 | - | Reserved for future use. Should be set to '0' by user programs. |
| 4 | CCF4 | PCA Module 4 Interrupt Flag. Set by hardware when a match or capture occurs. Must be cleared by software. |
| 3 | CCF3 | PCA Module 3 Interrupt Flag. Set by hardware when a match or capture occurs. Must be cleared by software. |
| 2 | CCF2 | PCA Module 2 Interrupt Flag. Set by hardware when a match or capture occurs. Must be cleared by software. |
| 1 | CCF1 | PCA Module 1 Interrupt Flag. Set by hardware when a match or capture occurs. Must be cleared by software. |
| 0 | CCF0 | PCA Module 0 Interrupt Flag. Set by hardware when a match or capture occurs. Must be cleared by software. |

Table 40: CCAPMn - PCA modules compare/capture register (address CCAPM0 0DAH, CCAPM1 0DBH, CCAPM2 0DCH, CCAPM3 0DDH, CCAPM4 0DEH) bit alloc.

Not bit addressable; Reset value: 00H

| Bit | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|--------|---|-------|-------|-------|------|------|------|-------|
| Symbol | - | ECOMn | CAPPn | CAPNn | MATn | TOGn | PWMn | ECCFn |

Table 41: CCAPMn - PCA modules compare/capture register (address CCAPM0 0DAH, CCAPM1 0DBH, CCAPM2 0DCH, CCAPM3 0DDH, CCAPM4 0DEH) bit desc.

| Bit | Symbol | Description |
|-----|--------|---|
| 7 | - | Reserved for future use. Should be set to '0' by user programs. |
| 6 | ECOMn | Enable Comparator. ECOMn = 1 enables the comparator function. |
| 5 | CAPPn | Capture Positive, CAPPn = 1 enables positive edge capture. |
| 4 | CAPNn | Capture Negative, CAPNn = 1 enables negative edge capture. |
| 3 | MATn | Match. When MATn = 1 a match of the PCA counter with this module's compare/capture register causes the CCFn bit in CCON to be set, flagging an interrupt. |
| 2 | TOGn | Toggle. When TOGn = 1, a match of the PCA counter with this module's compare/capture register causes the CEXn pin to toggle. |
| 1 | PWMn | Pulse Width Modulation Mode. PWMn = 1 enables the CEXn pin to be used as a pulse width modulated output. |
| 0 | ECCFn | Enable CCF Interrupt. Enables compare/capture flag CCFn in the CCON register to generate an interrupt. |

Table 42: PCA module modes (CCAPMn register)

| ECOMn | CAPPn | CAPNn | MATn | TOGn | PWMn | ECCFn | Module function |
|-------|-------|-------|------|------|------|-------|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | no operation |
| x | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | x | 16-bit capture by a positive-edge trigger on CEXn |
| x | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | x | 16-bit capture by a negative-edge trigger on CEXn |
| x | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | x | 16-bit capture by any transition on CEXn |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | x | 16-bit software timer |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | x | 16-bit high speed output |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 8-bit PWM |
| 1 | 0 | 0 | 1 | x | 0 | x | Watchdog timer |

