

## Bir fazlı AA Kıyıcılar / 8. Hafta

### AC-AC Dönüştürücüler

AC kıyıcılar (AC-AC dönüştürücüler), şebekeden aldıkları sabit genlik ve frekanslı AC gerilimi işleyerek çıkışına yine AC olarak veren güç elektroniği devreleridir.

Bu devreleri genel olarak 2 gruba ayırmak mümkündür.

Bu gruplar,

- 1) AC voltaj kontrolcüler,
- 2) Direkt frekans çeviricilerdir.

Bu gruplardan birincisi olan AC voltaj kontrolcüler, girişine uygulanan AC gerilimin sadece genliğini kontrol eder. İkinci grupta yer alan direkt frekans çeviriciler ise girişlerine uygulanan AC gerilimin hem genliğini hem de frekansını kontrol edebilmektedirler.

AC kıyıcılar bu özellikleriyle 3 farklı alanda çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu alanlar,

- 1) Isı kontrolü,
- 2) Işık kontrolü,
- 3) Motor kontrolüdür.

Isı ve ışık (aydınlatma) kontrolünde sadece AC voltaj kontrolcüler, motor kontrolünde ise her iki grup AC kıyıcı da kullanılabilir. Temel güç elemanı olarak tristör, triyak ve diyot kullanılan AC kıyıların alt grupları ise aşağıda görüldüğü gibidir.

AC voltaj;

- 1) 1 fazlı AC voltaj kontrolcüler,
  - 1a- Açma-kapama kontrollü,
  - 1b- Faz açısı kontrollü,
- 2) 3 fazlı AC voltaj kontrolcüler,
  - 2a- Açma-kapama kontrollü,
  - 2b- Faz açısı kontrollü,

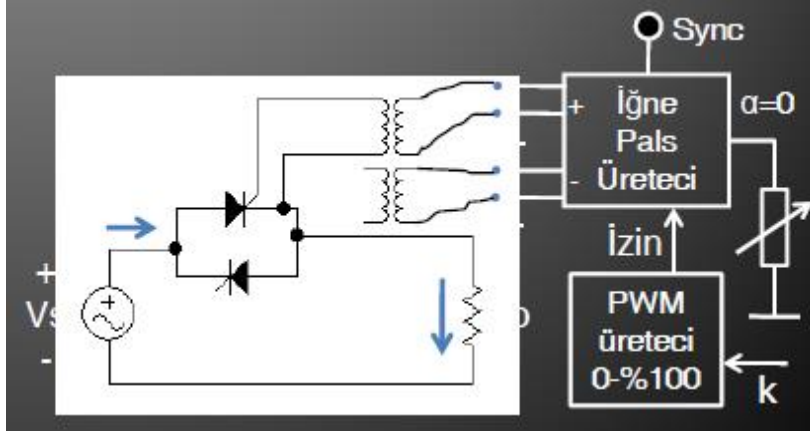
Direkt frekans çeviriciler (DFÇ)

- 1) 1 fazdan-1 faza DFÇ,
- 2) 3 fazdan-1 faza DFÇ,
- 3) 3 fazdan-3 faza DFÇ.

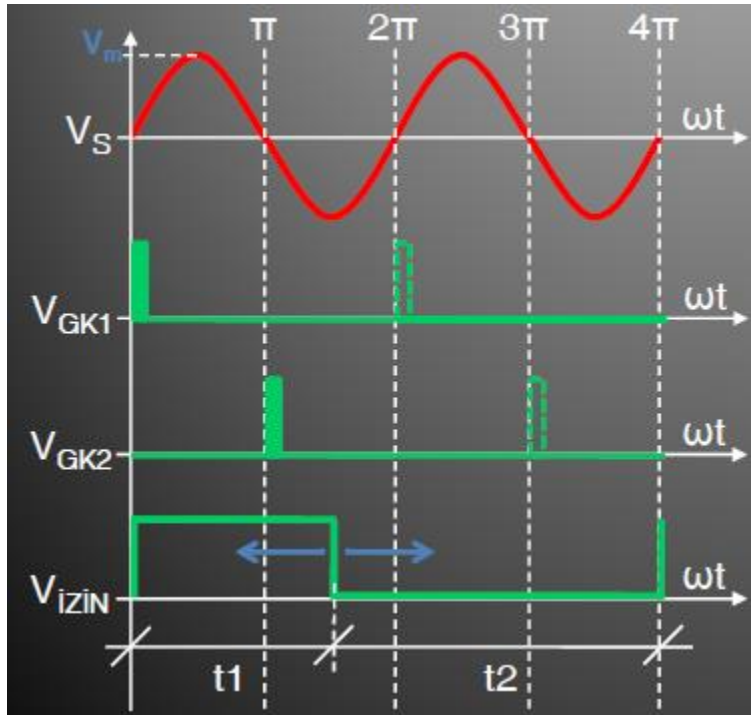
## Bir fazlı AA Kıyıcılar / 8. Hafta

1 Fazlı Açma-Kapama Kontrollü AC Voltaj Kontrolcü (rezistif yük);

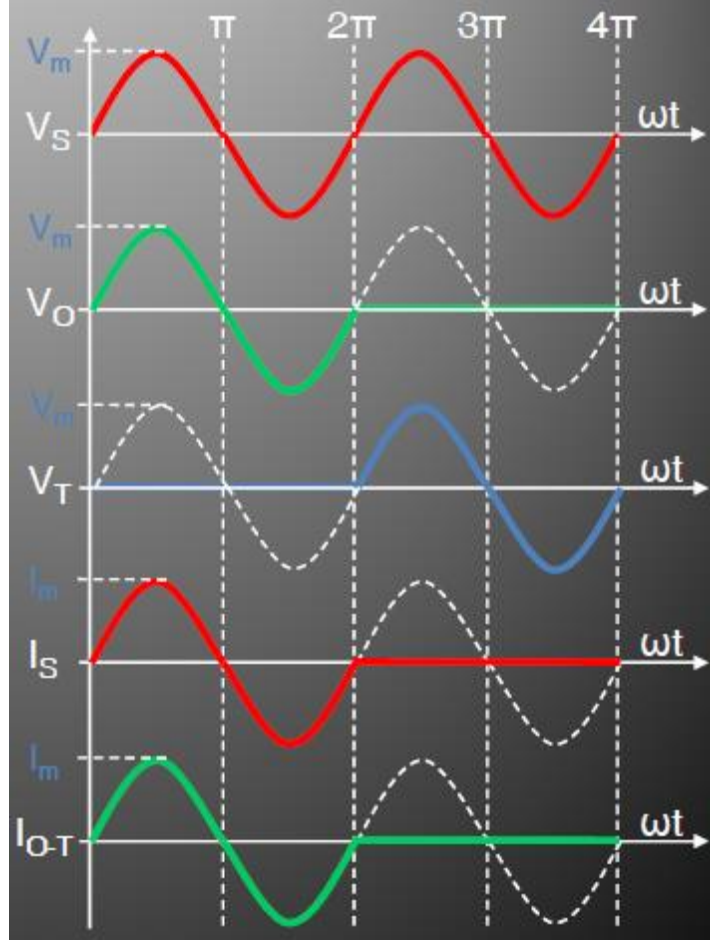
Şekil-5.1'de 1 fazlı açma kapama kontrollü AC voltaj kontrolcü devre bağlantısı görülmektedir. Görüldüğü gibi tristörler bir iğne pals üreticiyle pals üreticinin izin girişi ise bir PWM ile kontrol edilmektedir.



Şekil-5.2'de devrenin uyarma, Şekil- 5.3'de ise güç devresi dalga şekilleri eş zamanlı olarak verilmiştir.

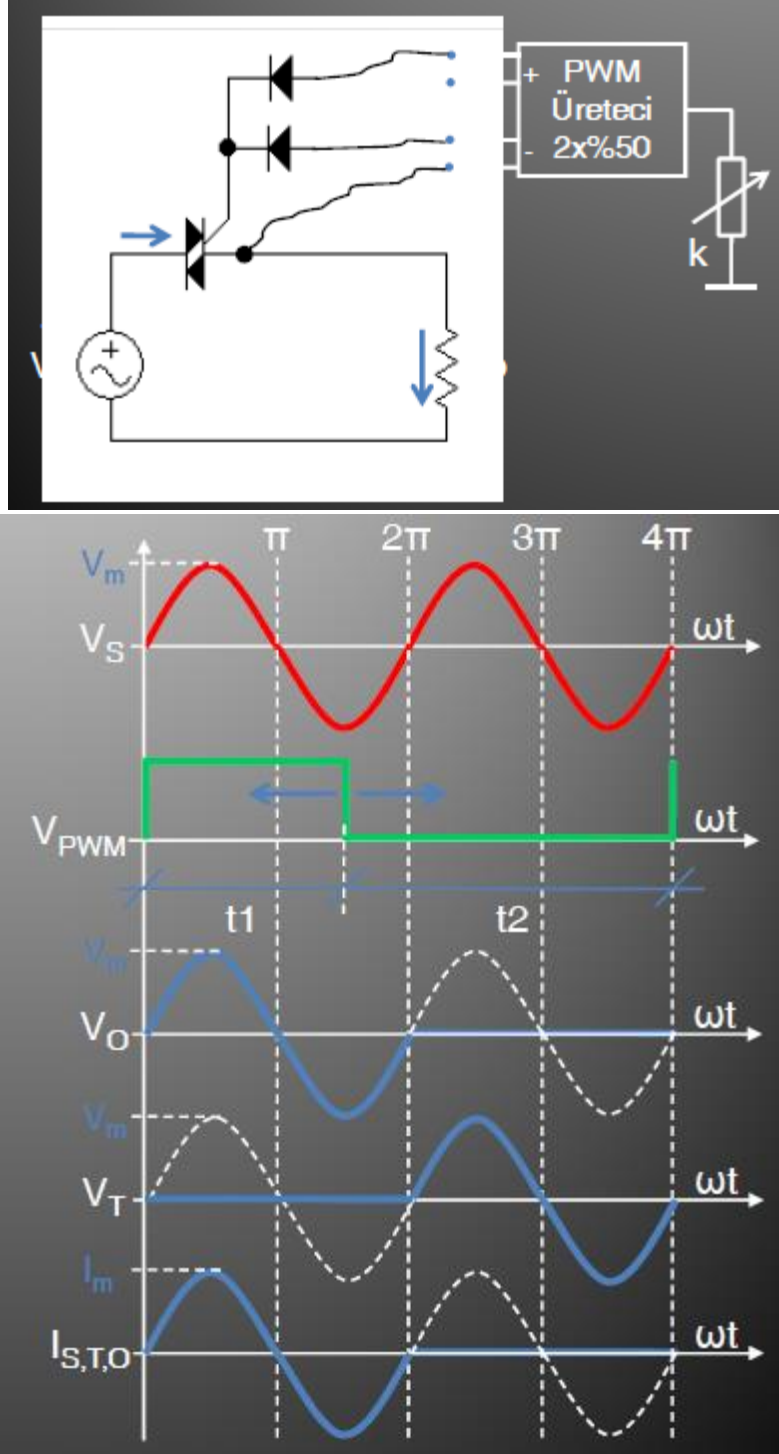


## Bir fazlı AA Kıyıcılar / 8. Hafta



Şekil-5.1’de görülen açma kapama kontrollü AC voltaj kontrolcü devresini, düşük ve orta güçler için, Şekil-5.4 ve Şekil-5.5’de görüldüğü gibi sadece bir “triyak” kullanarak da yapmak mümkündür.

## Bir fazlı AA Kıyıcılar / 8. Hafta



Sekil-5,1 ve 5,5'den görüldüğü gibi 1 fazlı açma kapama kontrollü AC voltaj kontrolcü devresi hem birbirine ters paralel bağlanmış tristörlerle hem de triyak kullanarak yapılabilir.

Tristörler kullanıldığında iğne pals üretici alternansın hemen başında pals üretecek şekilde ayarlanıp, izin girişi bir PWM sinyali ile kontrol edilmektedir.

Triyak kullanıldığında ise PWM sinyali doğrudan triyak girişine uygulanabilmekte ve açma kapama kontrolü olmaktadır. Sekil-5.3 ve 5.5'de görülen temel dalga şekillerinden yararlanarak devrede gerekli hesaplamalar yapılabilir. Devrede yapılabilecek bazı hesaplamalar şunlardır;

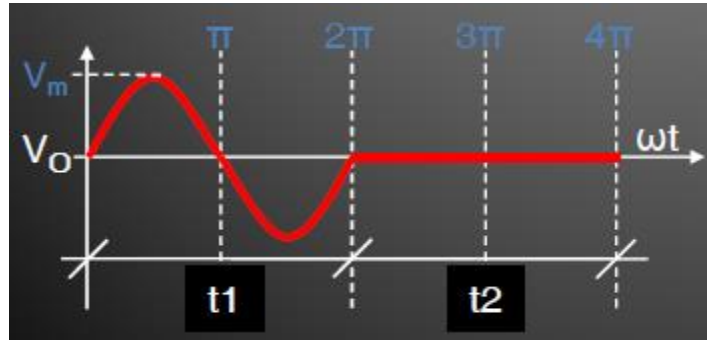
## Bir fazlı AA Kıyıcılar / 8. Hafta

- 1) Çıkış geriliminin etkin değeri,
- 2) Çıkış akımının etkin değeri
- 3) Etkin (rms) çıkış gücü,
- 4) Kaynaktan çekilen akımın etkin değeri,
- 5) Kaynaktan çekilen etkin güç
- 6) Güç katsayısı,
- 7) Anahtar gerilimleri,
- 8) Anahtar akımları,

Çıkış gerilimin etkin değeri;

1 fazlı açma-kapama kontrollü AC voltaj kontrolcünün rezistif yükte çalıştırılmasında, yük üzerinde aşağıdaki Sekil- 5.6'de verilen dalga şeklinin görüleceğini belirtmiştik.

Bu durumda etkin çıkış gerilimi eşitliği rezistif yük için yan taraftaki gibi hesaplanacaktır.



$$V_{O(rms)} = \sqrt{\frac{k}{T} \int_0^T [v_o(t)]^2 . dt}$$

$$V_{O(rms)} = \sqrt{\frac{k}{2\pi} \int_0^{2\pi} V_m^2 . \sin^2(\omega t) . d(\omega t)}$$

$$V_{O(rms)} = \sqrt{\frac{k . (\sqrt{2} . V_{S(rms)})^2}{2\pi} \int_0^{2\pi} \sin^2(\omega t) . d(\omega t)}$$

$$V_{O(rms)} = \sqrt{\frac{k . 2 . V_{S(rms)}^2}{2\pi} . \left[ \frac{\omega t}{2} - \frac{\sin 2(\omega t)}{4} \right]_0^{2\pi}}$$

$$V_{O(rms)} = \sqrt{\frac{k . V_{S(rms)}^2}{\pi} . \left[ \left( \frac{2\pi}{2} - 0 \right) - (0) \right]}$$

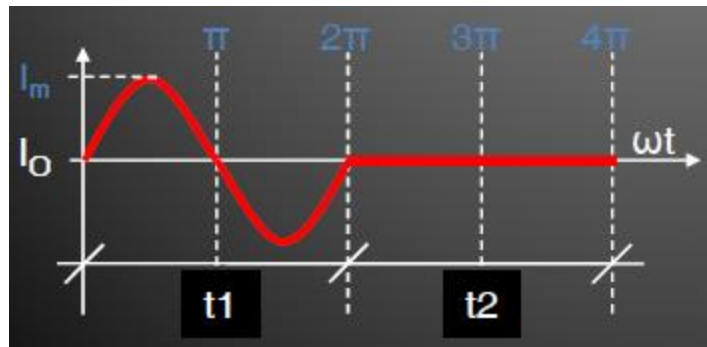
$$V_{O(rms)} = \sqrt{\frac{k . V_{S(rms)}^2}{\pi} . \left( \frac{\pi}{1} \right)} = \sqrt{k . V_{S(rms)}^2}$$

$$V_{O(rms)} = V_{S(rms)} . \sqrt{k} = V_{S(rms)} . \sqrt{\frac{t_1}{t_1 + t_2}}$$

**Çıkış akımının etkin değeri;**

1 fazlı açma-kapama kontrollü AC voltaj kontrolcünün rezistif yükte çalıştırılmasında, yük üzerinden aşağıdaki Sekil- 5.7’de dalga sekli verilen akımın geçeceğini belirtmiştik.

Bu durumda etkin çıkış akımı eşitliği rezistif yük için yan taraftaki gibi hesaplanacaktır.



$$I_{O(rms)} = \sqrt{\frac{k}{T} \int_0^T [i_o(t)]^2 \cdot dt}$$

$$I_{O(rms)} = \sqrt{\frac{k}{2\pi} \int_0^{2\pi} I_m^2 \cdot \sin^2(\omega t) \cdot d(\omega t)}$$

$$I_{O(rms)} = \sqrt{\frac{k \cdot (\sqrt{2} \cdot I_{S(rms)})^2}{2\pi} \int_0^{2\pi} \sin^2(\omega t) \cdot d(\omega t)}$$

$$I_{O(rms)} = \sqrt{\frac{k \cdot 2 \cdot I_{S(rms)}^2}{2\pi} \cdot \left[ \frac{\omega t}{2} - \frac{\sin 2(\omega t)}{4} \right]_0^{2\pi}}$$

$$I_{O(rms)} = \sqrt{\frac{k \cdot I_{S(rms)}^2}{\pi} \cdot \left[ \left( \frac{2\pi}{2} - 0 \right) - (0) \right]}$$

$$I_{O(rms)} = \sqrt{\frac{k \cdot I_{S(rms)}^2}{\pi} \cdot \left( \frac{\pi}{1} \right)} = \sqrt{k \cdot I_{S(rms)}^2}$$

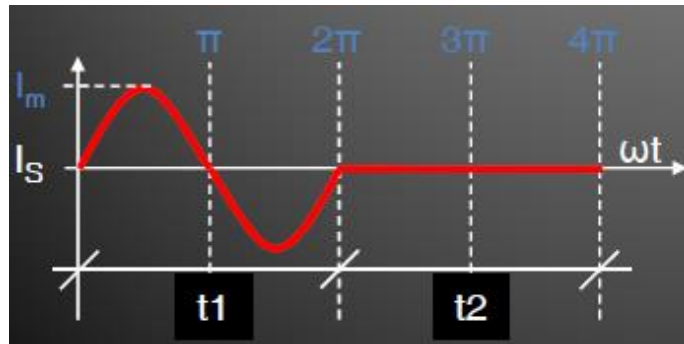
$$I_{O(rms)} = I_{S(rms)} \cdot \sqrt{k} = \frac{V_{O(rms)}}{R}$$

**Etkin çıkış gücü;**

Bilindiği gibi etkin çıkış gücü,  $P_{O(rms)} = I_{O(rms)} \cdot V_{O(rms)}$  eşitliğinden bulunabilmektedir.

**Kaynak akımı etkin değeri;**

Kaynaktan çekilen akımın Şekil-5.8'deki gibi olduğunu belirtmiştik. Buna göre,



$$I_{S(rms)} = \sqrt{\frac{k}{T} \int_0^T [i_S(t)]^2 . dt}$$

$$I_{S(rms)} = \sqrt{\frac{k}{2\pi} \int_0^{2\pi} I_m^2 . \sin^2(\omega t) . d(\omega t)}$$

$$I_{S(rms)} = \sqrt{\frac{k . (I_m)^2}{2\pi} \int_0^{2\pi} \sin^2(\omega t) . d(\omega t)}$$

$$I_{S(rms)} = \sqrt{\frac{k . I_m^2}{2\pi} . \left[ \frac{\omega t}{2} - \frac{\sin 2(\omega t)}{4} \right]_0^{2\pi}}$$

$$I_{S(rms)} = \sqrt{\frac{k . I_m^2}{2\pi} . \left[ \left( \frac{2\pi}{2} - 0 \right) - (0) \right]}$$

$$I_{S(rms)} = \sqrt{\frac{k . I_m^2}{2\pi} . \left( \frac{\pi}{1} \right)} = \sqrt{\frac{k . I_m^2}{2}}$$

$$I_{S(rms)} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} . \sqrt{k} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} . \sqrt{\frac{t_1}{t_1 + t_2}}$$

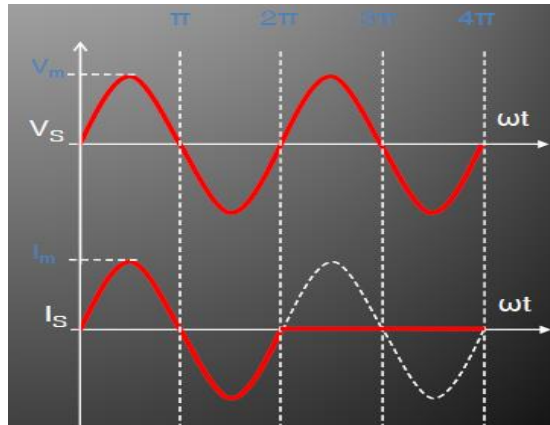
### Kaynaktan çekilen güç;

Bilindiği gibi etkin giriş gücü,  $P_S(rms) = I_S(rms) \cdot V_S(rms)$  eşitliğinden bulunabilmektedir.

### Güç katsayısı (cosφ);

Güç katsayısı kaynaktan verilen gerilim ile kaynaktan çekilen akım arasındaki açının “cos” değeridir. Sekil-5.9’da kaynak gerilimi ve akımı görülmektedir.

Buradan, kıyıcı iletimde (on) iken faz kayması olmadığı görülmektedir. Kıyıcı yalıtıma (off) geçtiğinde ise akımın olmadığı görülmektedir.





## Bir fazlı AA Kıyıcılar / 8. Hafta

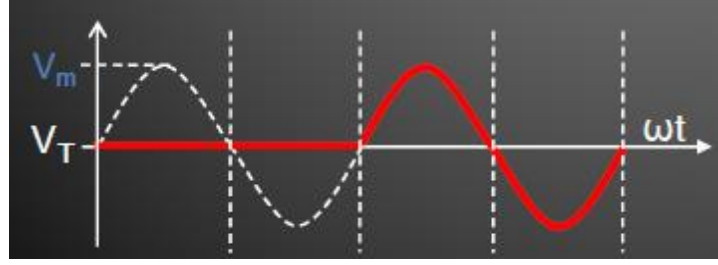
### Anahtar (tristör) gerilimi;

Bilindiği gibi, devrede kullanılan güç anahtarlarının gerilimi, bloke ettikleri gerilimin tepe değerine göre hesaplanmaktadır.

Anahtarlar üzerindeki gerilim Sekil-5.10'daki gibi olduğuna göre anahtar gerilimi,

$$V_T = V_m + (\%30.V_m) = 1,3.V_m$$

olarak hesaplanabilmektedir.



### Anahtar (tristör-triyak) akımı;

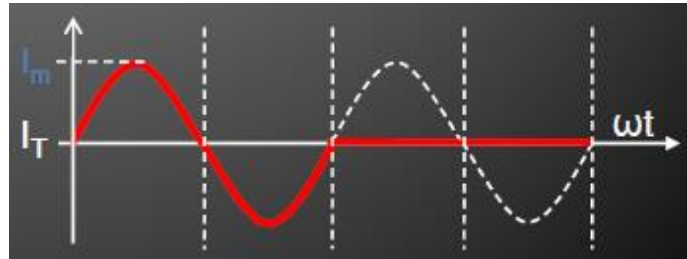
Yine bilindiği gibi, devrede kullanılan güç anahtarlarının üzerlerinden geçirilen akımın tepe değerine göre hesaplanmaktadır.

Anahtarlar üzerindeki akım

Sekil-5.11'deki gibi olduğuna göre anahtar akımı,

$$I_T = I_m + (\%30.I_m) = 1,3.V_m / R$$

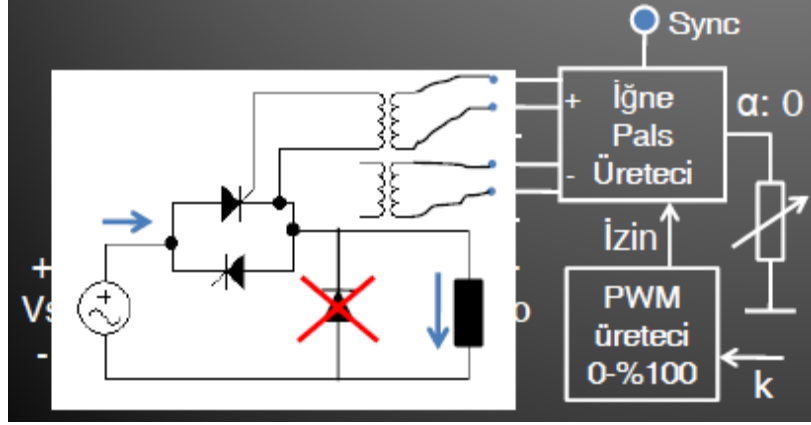
olarak hesaplanabilmektedir.



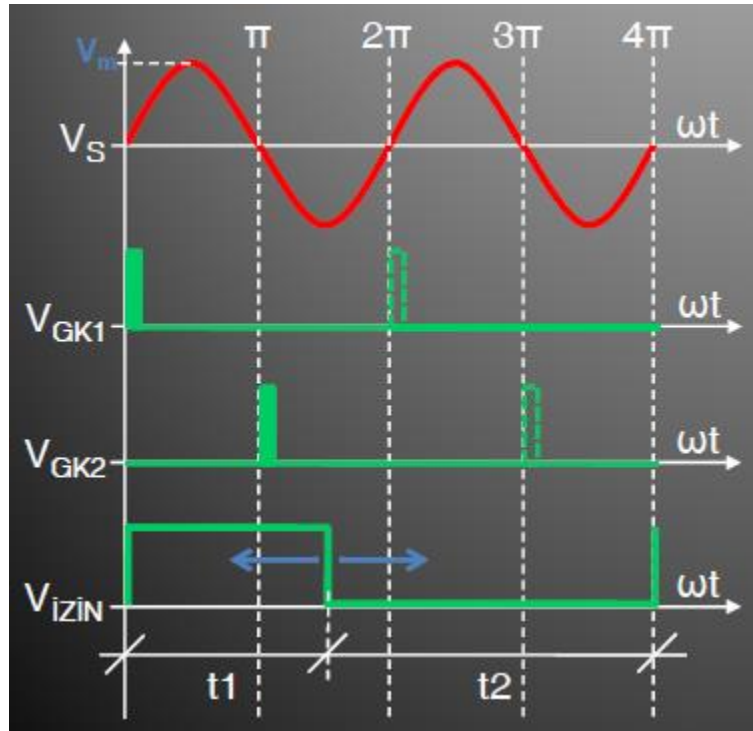
### 1 Fazlı Açma-Kapama Kontrollü AC Voltaj Kontr. (endüktif yük);

Şekil-5.12'de 1 fazlı açma kapama kontrollü tristörlü AC voltaj kontrolcü devresinin endüktif yükte bağlantısı görülmektedir.

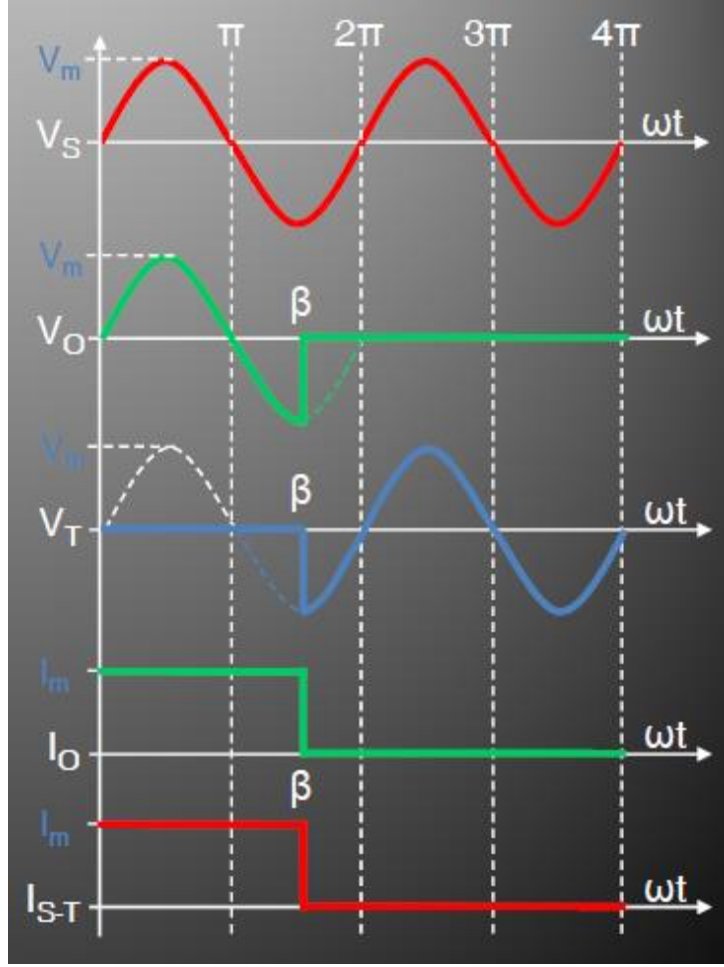
## Bir fazlı AA Kıyıcılar / 8. Hafta



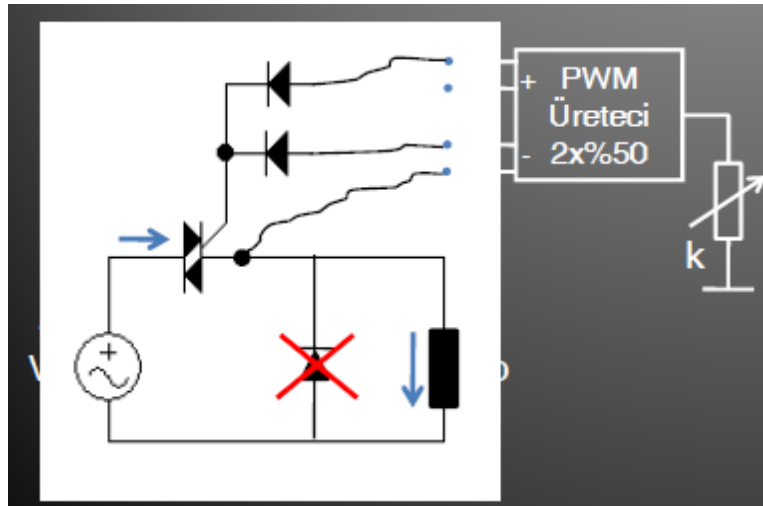
Devrede yüke ters paralel serbest geçiş diyodu kullanılmamaktadır. Şekil-5.12'de görülen devrede endüktif yük kullanılması durumunda, özellikle kaynak frekansına yakın frekanslarda (10Hz-50Hz) anahtarlama yapıldığında, özellikle yükün çok endüktif olması durumlarında, yük üzerindeki enerjinin boşalması nedeniyle tristörler hemen yalıtıma geçememekte ve dolayısıyla da paralelindeki tristörün de hemen iletme geçmesine engel olmaktadır. Devreye ait dalga şekilleri Şekil-5.13-5.14'de verilmiştir. Şekil-5.13'de devrenin uyarma, Şekil-5.14'de ise güç devresi dalga şekilleri es zamanlı olarak verilmiştir.



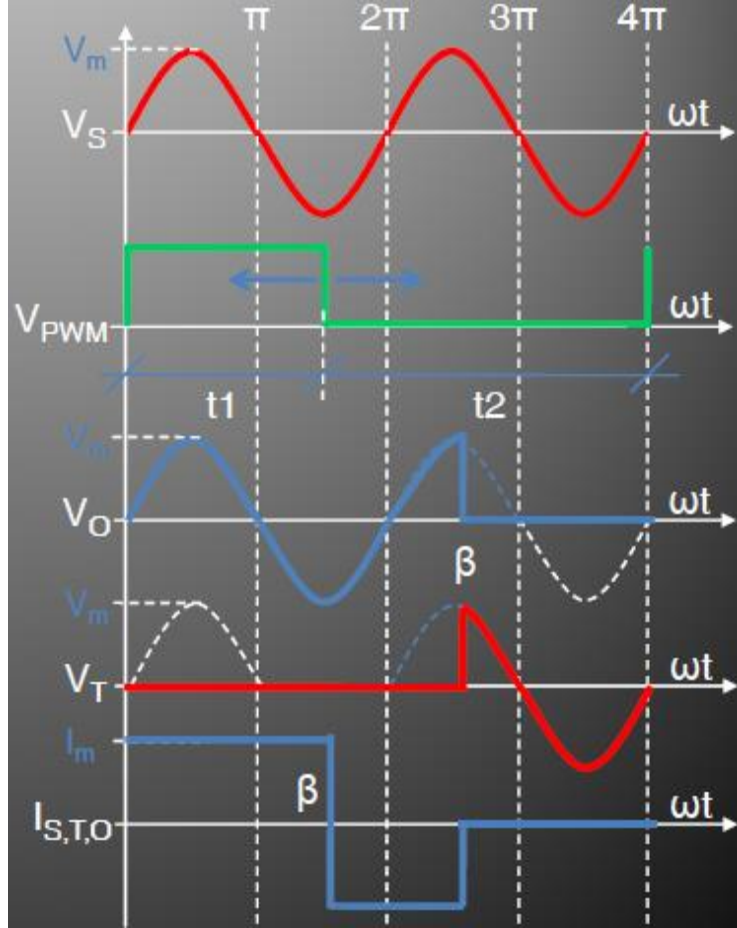
## Bir fazlı AA Kıyıcılar / 8. Hafta



Sekil-5.12’de görülen açma kapama kontrollü AC voltaj kontrolcü devresinin triyak ile yapılmış olan versiyonunun endüktif yük altında çalışması Sekil-5.15 ve 5.16’da ayrıntılı olarak görülmektedir.



## Bir fazlı AA Kıyıcılar / 8. Hafta



Her iki devreden de görüldüğü gibi, yük endüktif olmasına rağmen serbest geçiş diyodu kullanılmamıştır. Bunun nedeni çıkış geriliminin AC olmasıdır. Bağlanacak olan diyot hangi yönde olursa olsun kısa devreye yol açacaktır. Dalga şekillerinden görüldüğü gibi, serbest geçiş diyodu kullanılmadığı için tristörler veya triyak yük tarafından fazladan iletimde tutulmakta ve ancak yükün enerjisi bittiğinde (“ $\beta$ ” açısında) tristör veya triyak yalıtıma geçebilmektedir. Bu durumda daha önceki devrelerde olduğu gibi temel dalga şekillerinden yararlanarak genel esitlikler çıkartılamayacaktır. Bunun nedeni, yükün endüktiflik derecesine göre dalga şeklinin uzaması veya kısalmasıdır. Düşük endüktifliğe sahip olan yüklerde bu devreler aynen kullanılıp oluşan dalga şekillerine göre hesaplama yapılabilir. Yüksek endüktif yüklerde ise kontrollü bir serbest geçiş kullanılmalıdır. Açma kapama kontrolü yöntemlerinden de görüldüğü gibi, kesikli yapısı gereği, AC voltaj kontrolcülerin temel kullanım alanlarından olan motor kontrolünde ve ışık kontrolünde kullanılamaz. Kullanıldığı takdirde motorlarda kesik kesik enerjilenmeden dolayı performans kaybı oluşur. Aynı şekilde ışığın düşük frekansta yanıp sönmesi kontrol değildir. Bu yöntem sadece ısı kontrolünde çok verimli olarak kullanılmaktadır.

### Örnek:

220V-50Hz şebekede 10Hz frekanslı %50 etkin periyodu uyarmada çalıştırılan açma kapama kontrollü 1 fazlı AC kıyıcı devresinin,

a)  $10\Omega$ 'luk rezistif bir yükü beslediğinde oluşacak tüm devre parametrelerini,

## Bir fazlı AA Kıyıcılar / 8. Hafta

b)  $10\Omega$ 'luk endüktif bir yükü beslediğinde oluşacak tüm devre parametrelerini hesaplayınız.

Çözüm:

a) Rezistif yükte çıkış geriliminin etkin değeri,

$$V_{O(rms)} = V_{S(rms)} \cdot \sqrt{k}$$

$$k = t_1 / (t_1 + t_2) = \%50 = 0,5$$

$$V_{O(rms)} = 220V \cdot \sqrt{0,5}$$

$$V_{O(rms)} = 155,56V$$

Çıkış akımı etkin değeri,

$$I_{O(rms)} = V_{O(rms)} / R = 155,56 / 10$$

$$I_{O(rms)} = 15,5A$$

Etkin çıkış gücü,  $P_{O(rms)} = I_{O(rms)} \cdot V_{O(rms)}$

$$P_{O(rms)} = 155,5 \cdot 15,5 = 2,41kW$$

Kaynak akımının etkin değeri,

$$I_m = V_m / R = 220 \cdot \sqrt{2} / 10 = 31,1A$$

$$I_{S(rms)} = (I_m / \sqrt{2}) \cdot \sqrt{k}$$

$$I_{S(rms)} = (31,1 / \sqrt{2}) \cdot \sqrt{0,5}$$

$$I_{S(rms)} = 15,5A$$

Rezistif yükte kaynaktan çekilen etkin güç,

$$P_{S(rms)} = I_{S(rms)} \cdot V_{S(rms)}$$

$$P_{S(rms)} = 15,5 \cdot 220 = 3,41kW$$

Rezistif yükte anahtar (tristörtriyak) gerilimi,

$$V_d \geq V_m + \%30$$

$$V_D \geq 311 \cdot 1,3 \geq 400V$$

Rezistif yükte anahtar (tristörtriyak) akımı,

$$I_D \geq V_m / R + \%30$$

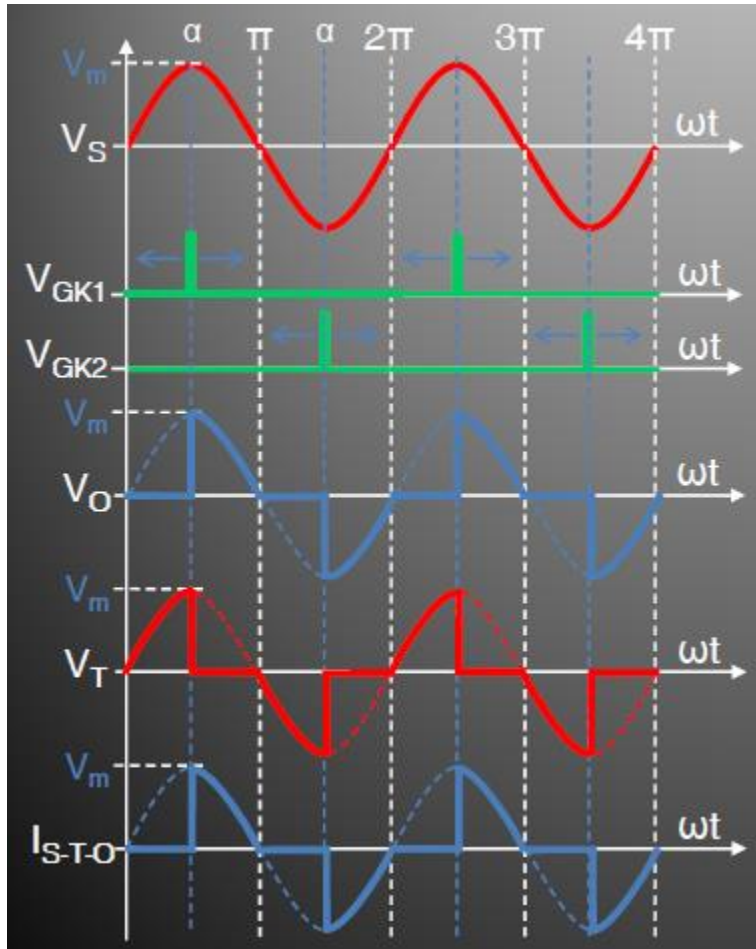
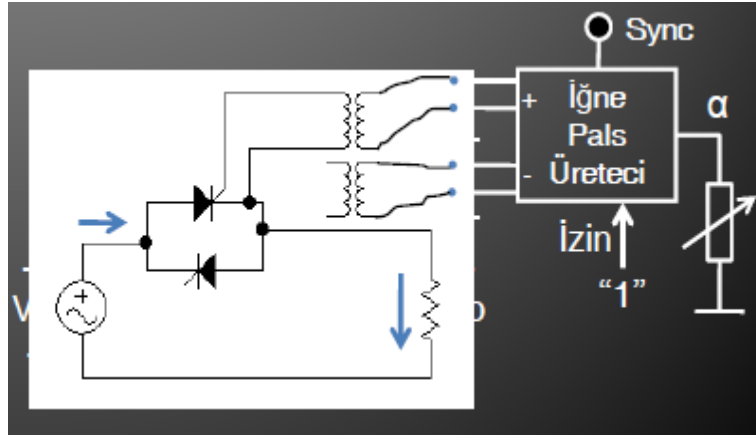
$$I_D \geq 31,1 \cdot 1,3 \geq 40A$$

## Bir fazlı AA Kıyıcılar / 8. Hafta

AC voltaj kontrolcülerde kullanılan ikinci kontrol yönteminin “faz açısı kontrolü” yöntemi olduğunu belirtmiştik. Bu yöntemde devrede kullanılan tristörler veya triyak hiç ara vermeden tüm alternanslarda sürekli olarak uyarılmaktadır. Çıkış geriliminin değiştirilmesi işlemi ise tristör veya triyakların uyarma açılarının 0- 180° arasında değiştirilmesiyle olmaktadır. Işık (dimmer) ve motor kontrolünde kullanılan bu yöntem yanda incelenmiştir.

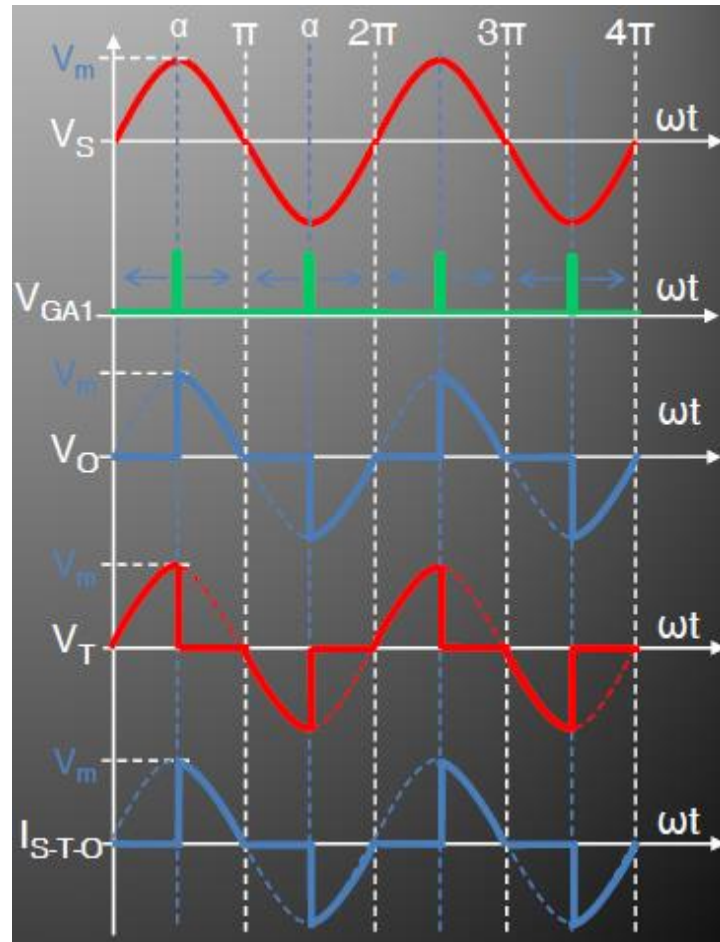
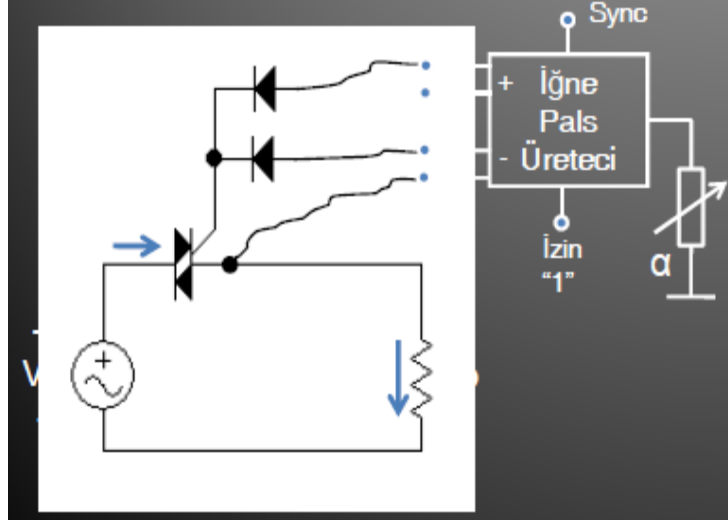
### 1 Fazlı Faz Açısı Kontrollü AC Voltaj Kontrolcü (rezistif yükte);

Şekil-5.17’de 1 fazlı faz açısı kontrollü AC voltaj kontrolcü devre bağlantısı görülmektedir. Devrenin çalışmasını gösteren temel dalga şekilleri ise Şekil-5.18’de ayrıntılı olarak verilmiştir.



## Bir fazlı AA Kıyıcılar / 8. Hafta

Sekil-5.18'den görüldüğü gibi her iki tristöre de sürekli olarak kendi alternanslarında pals verilmekte ve uyarılmaktadır. Her iki tristörün de uyarma açıları kendi alternansları içinde  $0^\circ$  ile  $180^\circ$  arasında ayarlanabilmektedir. Bu sayede de şekilden görüldüğü gibi devre çıkışındaki AC gerilimin etkin değeri sıfır ile kaynak gerilimi arasında değiştirilebilmektedir. Şekilden görüldüğü gibi devrede kaynak, anahtar ve yük akımları tamamen aynıdır. Sekil-5.17'de görülen faz açısı kontrollü AC voltaj kontrolcü devresini, düşük ve orta güçler için, Sekil-5.19 ve Sekil-5.20'de görüldüğü gibi sadece bir "triyak" kullanarak da yapmak mümkün olmaktadır.



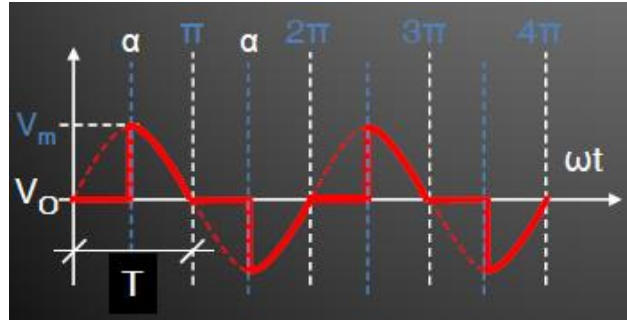
## Bir fazlı AA Kıyıcılar / 8. Hafta

Sekil-5.17 ve 5.19'dan görüldüğü gibi 1 fazlı faz açısı kontrollü AC voltaj kontrolcü devresi hem birbirine ters paralel bağlanmış tristörlerle hem de triyak kullanarak yapılabilmektedir. Tristörler kullanıldığında iğne pals üretici her bir tristöre ait alternansın istenilen derecesinde ( $\alpha$ ) uyarılmasını sağlamaktadır. Triyak kullanıldığında ise yine aynı tristör uyarma devresi kullanılmakta ve triyak her iki alternansta da uyarılmaktadır. Sekil-5.18 ve 5.20'de görülen temel dalga şekillerinden yararlanarak devrede gerekli hesaplamalar yapılabilir. Devrede yapılabilecek bazı hesaplamalar şunlardır;

- 1) Çıkış geriliminin etkin değeri,
- 2) Çıkış akımının etkin değeri,
- 3) Etkin (rms) çıkış gücü,
- 4) Kaynaktan çekilen akımın etkin değeri,
- 5) Kaynaktan çekilen etkin güç
- 6) Güç katsayısı,
- 7) Anahtar gerilimleri,
- 8) Anahtar akımları,

### Çıkış gerilimin etkin değeri;

1 fazlı faz açısı kontrollü AC voltaj kontrolcünün rezistif yükte çalıştırılmasında, yük üzerinde aşağıdaki Sekil- 5.21'de verilen dalga şeklinin görüleceğini belirtmiştik. Bu durumda etkin çıkış gerilimi eşitliği rezistif yük için yan taraftaki gibi hesaplanacaktır.





$$V_{O(rms)} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T [v_o(t)]^2 . dt}$$

$$V_{O(rms)} = \sqrt{\frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi} V_m^2 . \sin^2(\omega t) . d(\omega t)}$$

$$V_{O(rms)} = \sqrt{\frac{V_m^2}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi} \sin^2(\omega t) . d(\omega t)}$$

$$V_{O(rms)} = \sqrt{\frac{V_m^2}{\pi} \cdot \left[ \frac{\omega t}{2} - \frac{\sin 2(\omega t)}{4} \right]_{\alpha}^{\pi}}$$

$$V_{O(rms)} = \sqrt{\frac{V_m^2}{\pi} \cdot \left[ \left( \frac{\pi}{2} - \frac{\sin 2\pi}{4} \right) - \left( \frac{\alpha}{2} - \frac{\sin 2\alpha}{4} \right) \right]}$$

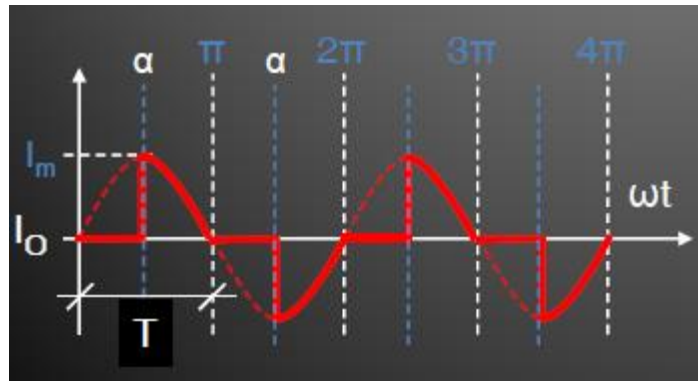
$$V_{O(rms)} = \sqrt{\frac{V_m^2}{2\pi} \cdot \left( \frac{\pi}{1} - \frac{\alpha}{1} + \frac{\sin 2\alpha}{2} \right)}$$

$$V_{O(rms)} = V_{S(rms)} \sqrt{1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin 2\alpha}{2\pi}}$$

**Çıkış akımının etkin değeri;**

1 fazlı faz açısı kontrollü AC voltaj kontrolcünün rezistif yükte çalıştırılmasında, yük üzerinden aşağıdaki Sekil- 5.22’de verilen akımın geçeceğini belirtmiştik.

Bu durumda etkin çıkış akımı eşitliği rezistif yük için yan taraftaki gibi hesaplanacaktır.



$$I_{O(rms)} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T [i_o(t)]^2 . dt}$$

$$I_{O(rms)} = \sqrt{\frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi} I_m^2 . \sin^2(\omega t) . d(\omega t)}$$

$$I_{O(rms)} = \sqrt{\frac{I_m^2}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi} \sin^2(\omega t) . d(\omega t)}$$

$$I_{O(rms)} = \sqrt{\frac{I_m^2}{\pi} \cdot \left[ \frac{\omega t}{2} - \frac{\sin 2(\omega t)}{4} \right]_{\alpha}^{\pi}}$$

$$I_{O(rms)} = \sqrt{\frac{I_m^2}{\pi} \cdot \left[ \left( \frac{\pi}{2} - \frac{\sin 2\pi}{4} \right) - \left( \frac{\alpha}{2} - \frac{\sin 2\alpha}{4} \right) \right]}$$

$$I_{O(rms)} = \sqrt{\frac{I_m^2}{2\pi} \cdot \left( \frac{\pi}{1} - \frac{\alpha}{1} + \frac{\sin 2\alpha}{2} \right)}$$

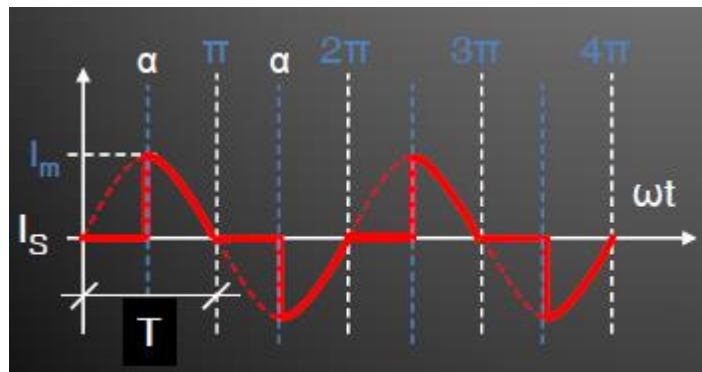
$$I_{O(rms)} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \sqrt{1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin 2\alpha}{2\pi}} = \frac{V_{O(rms)}}{R}$$

**Etkin çıkış gücü;**

Bilindiği gibi etkin çıkış gücü,  $P_{O(rms)} = I_{O(rms)} \cdot V_{O(rms)}$  eşitliğinden bulunabilmektedir.

**Kaynak akımı etkin değeri;**

Kaynaktan çekilen akımın Şekil-5.23'deki gibi olduğunu belirtmiştik. Buna göre,



$$I_{S(rms)} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T [i_s(t)]^2 . dt}$$

$$I_{S(rms)} = \sqrt{\frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi} I_m^2 . \sin^2(\omega t) . d(\omega t)}$$

$$I_{S(rms)} = \sqrt{\frac{I_m^2}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi} \sin^2(\omega t) . d(\omega t)}$$

$$I_{S(rms)} = \sqrt{\frac{I_m^2}{\pi} . \left[ \frac{\omega t}{2} - \frac{\sin 2(\omega t)}{4} \right]_{\alpha}^{\pi}}$$

$$I_{S(rms)} = \sqrt{\frac{I_m^2}{\pi} . \left[ \left( \frac{\pi}{2} - \frac{\sin 2\pi}{4} \right) - \left( \frac{\alpha}{2} - \frac{\sin 2\alpha}{4} \right) \right]}$$

$$I_{S(rms)} = \sqrt{\frac{I_m^2}{2\pi} . \left( \frac{\pi}{1} - \frac{\alpha}{1} + \frac{\sin 2\alpha}{2} \right)}$$

$$I_{S(rms)} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \sqrt{1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin 2\alpha}{2\pi}}$$

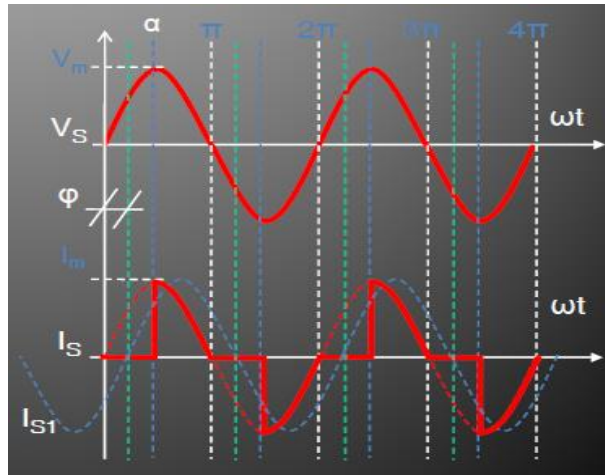
### Kaynaktan çekilen güç;

Bilindiği gibi etkin giriş gücü,  $P_{S(rms)} = I_{S(rms)} \cdot V_{S(rms)}$  eşitliğinden bulunabilmektedir.

### Güç katsayısı (cosφ);

Güç katsayısı kaynaktan verilen gerilim ile kaynaktan çekilen akım arasındaki açının “cos” değeridir. Şekil-5.24’de kaynak gerilimi ve akımı görülmektedir. Buradan, devre çıkısındaki yükün rezistif olmasına rağmen “φ” kadarlık bir faz kayması olduğu görülmektedir. Bu durumda güç katsayısı,  $\cos\phi = \cos(\alpha/2)$

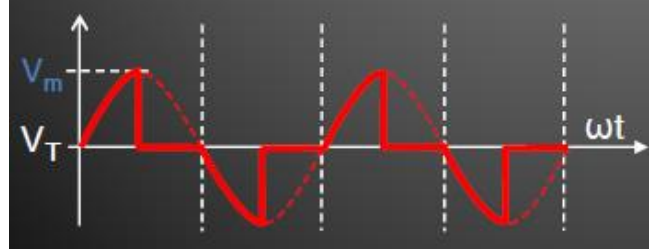
olacaktır.



**Anahtar (tristör) gerilimi;**

Bilindiği gibi, devrede kullanılan güç anahtarlarının gerilimi, bloke ettikleri gerilimin tepe değerine göre hesaplanmaktadır. Anahtarlar üzerindeki gerilim Şekil-5.25'deki gibi olduğuna göre anahtar gerilimi,

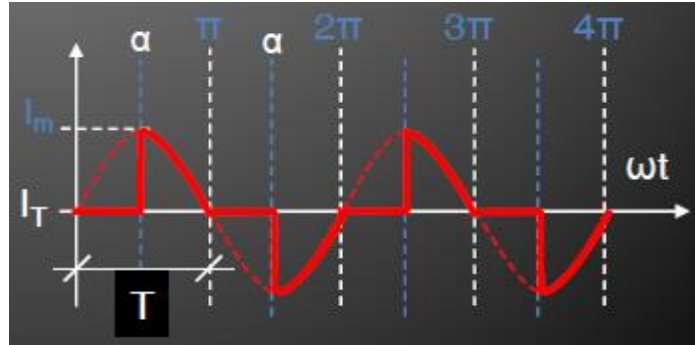
$$V_T = V_m + (\%30.V_m) = 1,3.V_m \text{ olarak hesaplanabilmektedir.}$$



**Anahtar (tristör-triyak) akımı;**

Yine bilindiği gibi, devrede kullanılan güç anahtarlarının üzerlerinden geçirilen akımın tepe değerine göre hesaplanmaktadır. Anahtarlar üzerindeki akım Şekil-5.26'daki gibi olduğuna göre anahtar akımı,

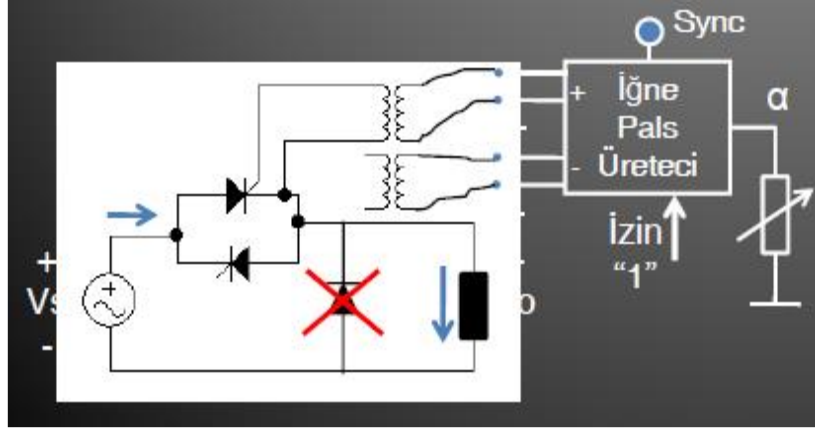
$$I_T = I_m + (\%30.I_m) = 1,3.V_m / R$$



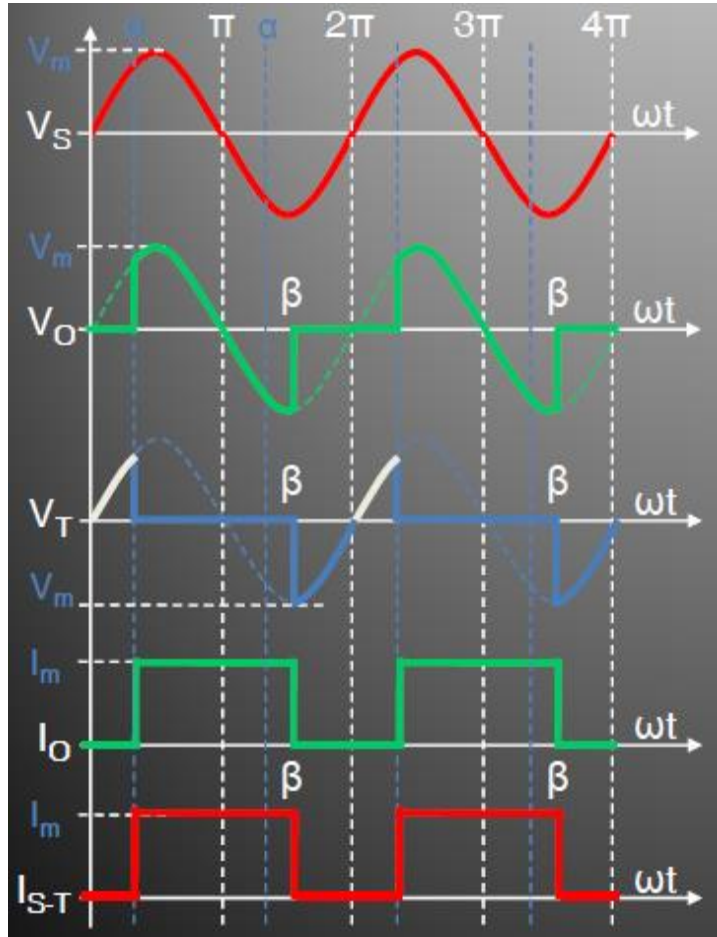
**1 Fazlı Faz Açısı Kontrollü AC Voltaj Kontr. (endüktif yükte);**

Şekil-5.27'de 1 fazlı faz açısı kontrolü tristörlü AC voltaj kontrolcü devresinin endüktif yükte bağlantısı görülmektedir. Devrede yine yüke ters paralel olarak bağlanan serbest geçiş diyotu kullanılmamaktadır.

## Bir fazlı AA Kıyıcılar / 8. Hafta



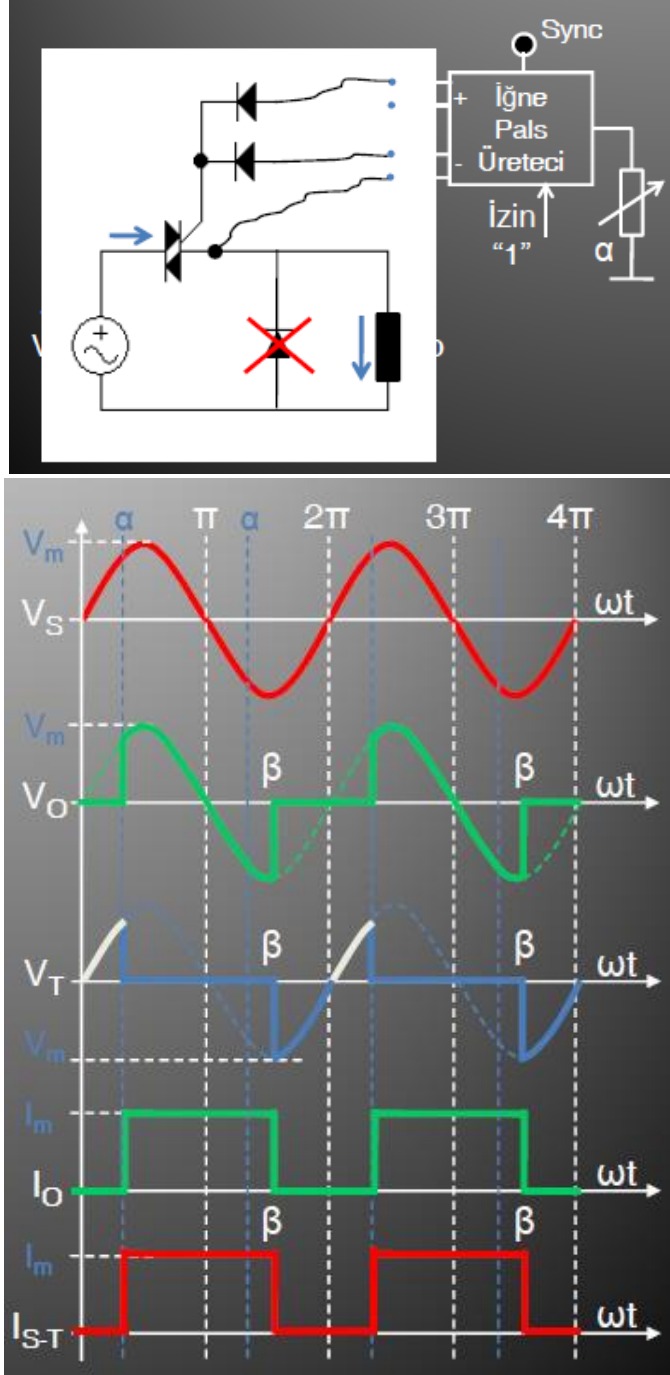
Şekil-5.27’de görülen devrede endüktif yük kullanılması durumunda, özellikle yükün çok endüktif olması durumlarında, yük üzerindeki enerjinin boşalması nedeniyle tristörler hemen yalıtıma geçememekte ve dolayısıyla da paralelindeki tristörün de hemen ilettime geçmesine engel olmaktadır. Bu durumda devre sanki yarım dalga kontrolü doğrultucuymuş gibi çalışmaktadır. Devreye ait dalga şekilleri Şekil-5.28’de verilmiştir.



Şekil-5.28’den görüldüğü gibi kaynağın pozitif alternansını kontrol eden T1 tristörü yaklaşık 60 derecede ( $\alpha$ ) uyarılmış ve ilettime geçmiştir. Alternans sonunda tristör yalıtıma geçmek istemesine rağmen yük üzerindeki akımın sifıra düşmemesi nedeniyle “ $\beta$ ” açısına kadar ilettime devam etmiştir.

## Bir fazlı AA Kıyıcılar / 8. Hafta

$\beta$  açısı, yükün endüktifliğine göre değişmektedir. Bu durumda negatif alternansta çalışması gereken T2 tristörü IS-T uyarılamamaktadır. Şekil-5.27’de görülen açma kapama kontrolü AC voltaj kontrolcü devresinin triyak ile yapılmış olan versiyonunun endüktif yük altında çalışması Şekil-5.29 ve 5.30’da ayrıntılı olarak görülmektedir.



Her iki devreden de görüldüğü gibi, yük endüktif olmasına rağmen serbest geçiş diyodu kullanılmamıştır. Bunun nedeni yine çıkış geriliminin AC olmasıdır. Bağlanacak olan diyot hangi yönde olursa olsun kısa devreye yol açacaktır. Dalga şekillerinden görüldüğü gibi, serbest geçiş diyodu kullanılmadığı için tristörler veya triyak yük tarafından fazladan iletimde tutulmakta ve ancak yükün enerjisi bittiğinde (" $\beta$ " açısında) tristör veya triyak yalıtıma geçebilmektedir.

## Bir fazlı AA Kıyıcılar / 8. Hafta

Bu durumda daha önceki devrelerde olduğu gibi temel dalga şekillerinden yararlanarak genel eşitlikler çıkartılamayacaktır. Bunun nedeni, yükün endüktiflik derecesine göre dalga seklinin uzaması veya kısalmasıdır. Düşük endüktifliğe sahip olan yüklerde bu devreler aynen kullanılıp oluşan dalga şekillerine göre hesaplama yapılabilir. Yüksek endüktif yüklerde ise kontrolü bir serbest geçiş kullanılmalıdır.

### Örnek:

220V-50Hz şebekede 90 derecelik uyarma açısında çalıştırılan faz açısı kontrolü 1 fazlı AC kıyıcı,

- 10Ω'luk rezistif bir yükü beslediğinde oluşacak tüm devre parametrelerini,
- 10Ω'luk endüktif bir yükü beslediğinde oluşacak tüm devre parametrelerini hesaplayınız.

Çözüm:

- Rezistif yükte çıkış geriliminin etkin değeri,

$$V_{O(rms)} = V_{S(rms)} \sqrt{1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin 2\alpha}{2\pi}}$$

$$V_{O(rms)} = 220 \sqrt{1 - \frac{\pi/2}{\pi} + \frac{\sin 2.90}{2\pi}}$$

$$V_{O(rms)} = 220 \cdot \sqrt{0,5} = 154V$$

Çıkış akımı etkin değeri,

$$I_{O(rms)} = V_{O(rms)} / R = 154 / 10$$

$$I_{O(rms)} = 15,4A$$

Etkin çıkış gücü,

$$P_{O(rms)} = I_{O(rms)} \cdot V_{O(rms)}$$

$$P_{O(rms)} = 15,4 \cdot 154 = 2,37kW$$

Kaynak akımının etkin değeri,

$$I_{S(rms)} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \sqrt{1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin 2\alpha}{2\pi}}$$

$$I_{S(rms)} = 31,1/1,41 \cdot \sqrt{0,5} = 15,4A$$

Rezistif yükte kaynaktan çekilen etkin güç,

## Bir fazlı AA Kıyıcılar / 8. Hafta

$$P_{S(rms)} = I_{S(rms)} \cdot V_{S(rms)}$$

$$P_{S(rms)} = 15,4 \cdot 220 = 3,38 \text{ kW}$$

Rezistif yükte anahtar (tristörtriyak) gerilimi,

$$V_d \geq V_m + \%30$$

$$V_D \geq 311 \cdot 1,3 \geq 400 \text{ V}$$

Rezistif yükte anahtar (tristörtriyak) akımı,

$$I_D \geq V_m/R + \%30$$

$$I_D \geq 31,1 \cdot 1,3 \geq 40 \text{ A}$$

b) Endüktif yükte çıkış geriliminin etkin değeri,

Daha önce de açıklandığı gibi, endüktif yükte normal olarak serbest geçiş diyodu kullanma imkanı olmadığından, yükün üzerindeki enerjinin etkisiyle güç anahtarı fazladan iletimde kalacak ve ters yöndeki iletimini gerçekleştireme imkanı olmayacaktır. Bu durumda dalga şekli bozulacağından yükün büyüklüğüne göre oluşacak “ $\beta$ ” değerine göre hesap yapmak gerekecektir.