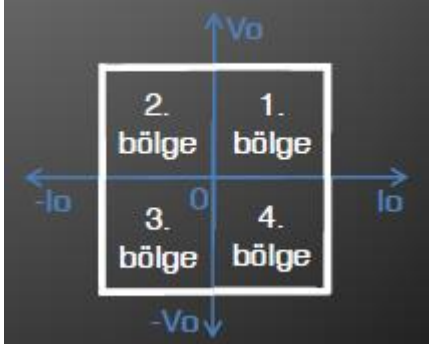


Yükseltici DA Kıyıcılar, Gerilim beslemeli invertörler / 12. Hafta

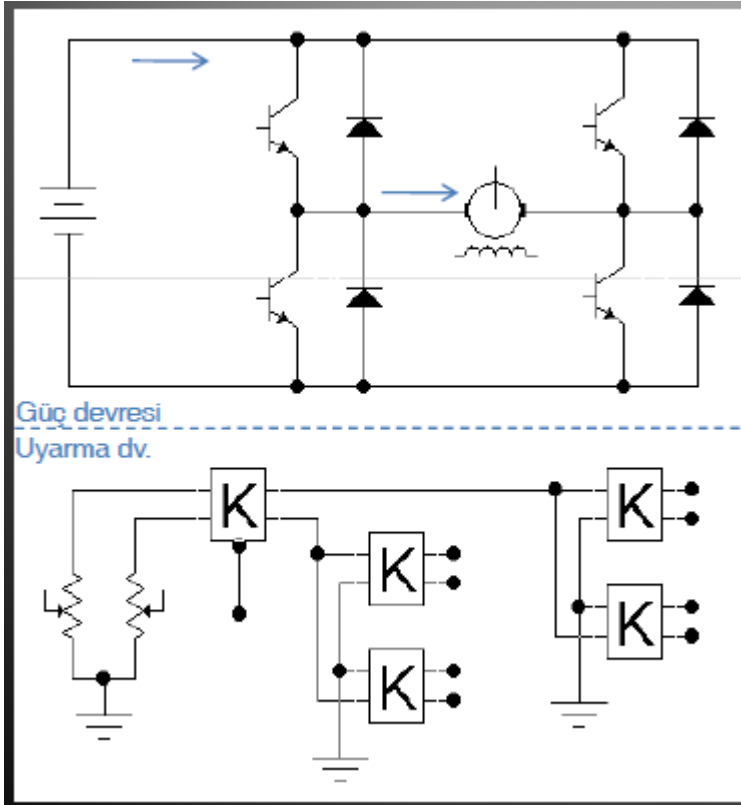
E sınıfı DC kıyıcılar;

E sınıfı DC kıyıcılar, çift yönlü (4 bölgeli) DC kıyıcılar olarak bilinmekte olup iki adet C veya iki adet D sınıfı DC kıyıcının birleşiminden oluşmuşlardır.

Bu tür kıyıcılar, iki adet çift bölgeli DC kıyıcının birleşimi olduğu için, çalışma bölgeleri de Sekil-6.29'da görüldüğü gibi 1.2.3. ve 4. bölgelerdir.



Aşağıdaki Sekil-6.30'da tipik bir E sınıfı DC kıyıcı bağlantısı görülmektedir.



Sekil-6-30'dan görüldüğü gibi, motor ileri yönde döndürülmek istendiğinde T1 ve T2 uyarılmakta ve devre D sınıfı DC kıyıcı gibi çalıştırılmaktadır.

Motor ileri yönde dönerken rejeneratif frenleme yapılması gerektiğinde sadece T4 uyarılarak devre B sınıfı (yükselten tip) DC kıyıcı gibi çalıştırılmakta ve motoru jeneratör gibi çalıştırarak D1- D2 ve kaynak üzerinden frenleme akımı akıtılmaktadır. Bu durumda motor üzerindeki enerji geri kazanılarak hızlı frenleme yapılmaktadır. Yine Sekil-6-30'dan

Yükseltici DA Kıyıcılar, Gerilim beslemeli invertörler / 12. Hafta

görüldüğü gibi, motor geri (ters) yönde döndürülmek istendiğinde T3 ve T4 uyarılmakta ve devre ters yönde yine D sınıfı DC kıyıcı gibi çalıştırılmaktadır.

Motor geri yönde dönerken rejeneratif frenleme yapılması gerektiğinde sadece T2 uyarılarak devre yine B sınıfı (yükselten tip) DC kıyıcı gibi çalıştırılmakta ve motoru jeneratör gibi çalıştırarak D3- D4 ve kaynak üzerinden frenleme akımı akıtılmakta ve motor üzerindeki enerji geri kazanılarak fren yapılmaktadır. E sınıfı DC kıyıcılar, özellikle sabit mıknatis uyarımlı ve yabancı uyarımlı doğru akım motorlarında hem çift yönlü hız kontrolü hem de çift yönlü frenleme kontrolünde kullanılabilen, hem çıkış akımı hem de çıkış gerilimi ters çevrilebilen tam donanımlı motor sürücü devreleridir.

E sınıfı DC kıyıcılar istenirse birbirine ters paralel bağlı iki C sınıfı kıyıcı olarak da kontrol edilebilmektedir.

Devrenin çıkış dalga şekilleri ve hesaplamaları ise azaltan tip DC kıyıcıda olduğu gibidir.

2- ANAHTARLAMALI REGÜLATÖRLER:

Anahtarlama regülatörler hemen hemen tüm elektronik cihazların beslemesinde çok yaygın olarak kullanılan dc-dc dönüştürücü uygulamalarıdır. Aşağıdaki Sekil-6-31'de anahtarlama regülatörlerin genel yapısı görülmektedir.



Sekil-6.31'den görüldüğü gibi, devre girişine gelen regülesiz dc gerilim bir DC kıyıcıdan geçirilerek çıkışta bulunan ve sabit gerilim isteyen yüke aktarılmaktadır.

Çıkış geriliminin sabit kalabilmesi içinse DC kıyıcının PWM kontrol devresi bir geribesleme düzeneği üzerinden sürekli olarak uyarılmaktadır.

Anahtarlama regülatörlerin 3 temel türü bulunmaktadır. Bunlar,

1-Azaltan (Buck) regülatörler,

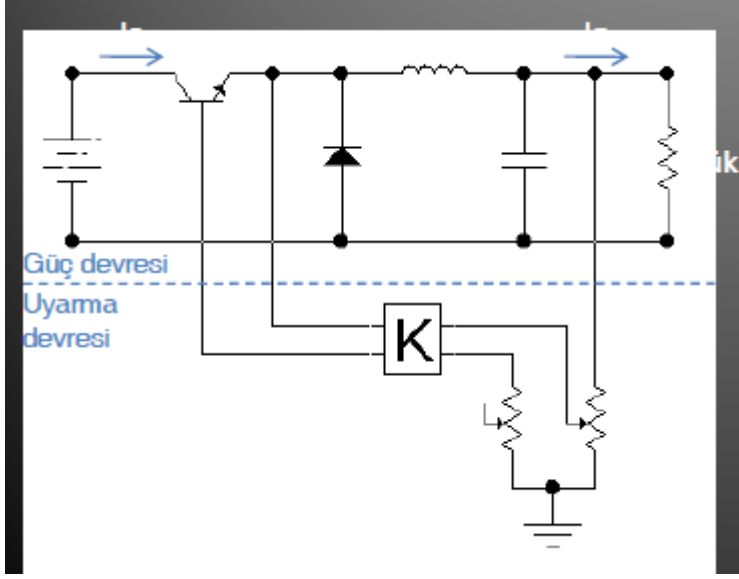
2-Arttıran (Boost) regülatörler,

3-Tersleyen (Inverting) regülatörlerdir. Simdi bu türlerin yapısı ve çalışması sırasıyla incelenecektir.

Azaltan (Buck) Regülatör;

Yükseltici DA Kıyıcılar, Gerilim beslemeli invertörler / 12. Hafta

Azaltan regülatör aslında azaltan tip DC kıyıcı güç devresinin dolayısıyla da A sınıfı DC kıyıcı devre yapısının benzeridir. Sekil- 6.32'den görüldüğü gibi aradaki tek fark devre çıkışında bir L-C filtre devresinin kullanılmasıdır.



Sekil-6.32'de görülen azaltan (buck) regülatör devresinin A sınıfı DC kıyıcıdan bir başka farkı da kontrol devresine güç devresi çıkışından bir voltaj geri beslemesi yapılmış olmasıdır.

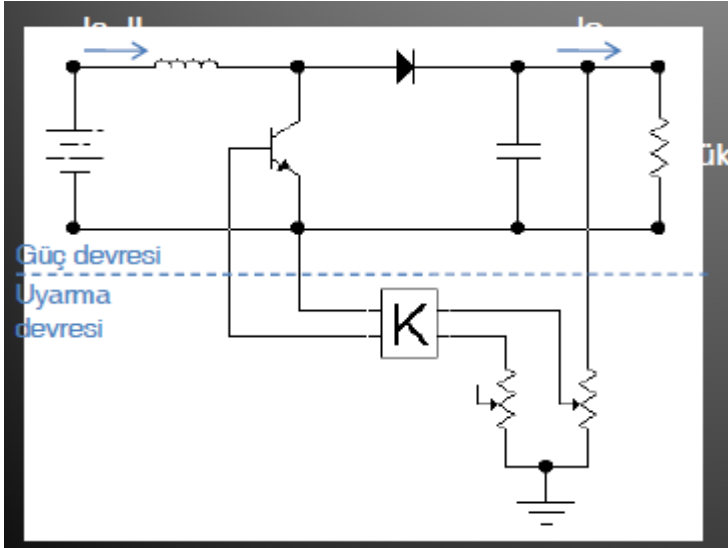
Zaten bu sayede devre regülatör (sabitleyici) özelliğini kazanmaktadır. Çıkış gerilimi yükselmek istediğinde geri besleme sayesinde kontrol devresi uyarılarak PWM kare dalganın etkin periyodu daraltılmakta, tersi durumda da genişletilmekte ve çıkış gerilimi hep istenen değerde sabit tutulmaktadır.

Yüksek frekansta çalışan devrenin dalga şekilleri ve hesaplamaları azaltan tip DC kıyıcıyla aynıdır.

Arttıran (Boost) Regülatör;

Arttıran regülatör aslında arttıran tip DC kıyıcı güç devresinin dolayısıyla da B sınıfı DC kıyıcı devre yapısının benzeridir. Sekil- 6.33'den görüldüğü gibi aradaki tek fark devre çıkışında bir C filtre devresinin kullanılmasıdır.

Yükseltici DA Kıyıcılar, Gerilim beslemeli invertörler / 12. Hafta



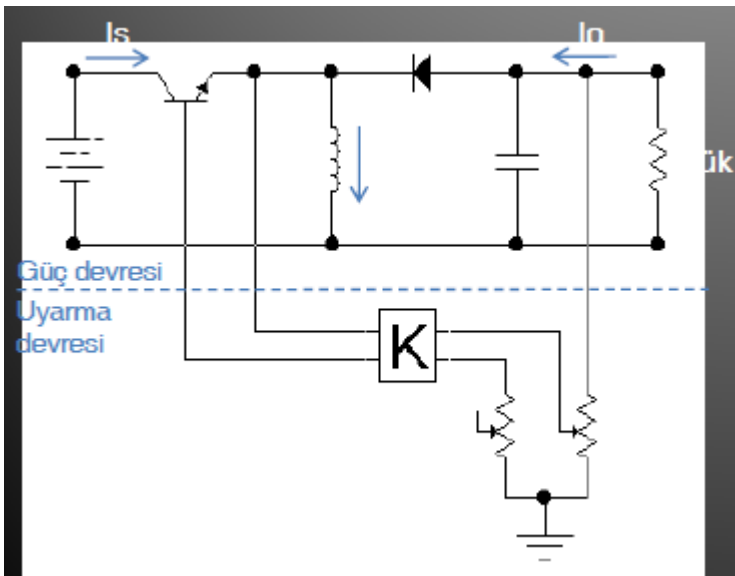
Sekil-6.33'de görülen arttıran (boost) regülâtör devresinin B sınıfı DC kıyıcıdan bir başka farkı da kontrol devresine güç devresi çıkışından bir voltaj geri beslemesi yapılmış olmasıdır.

Zaten bu sayede devre regülâtör (sabitleyici) özelliğini kazanmaktadır. Çıkış gerilimi yükselmek istediğinde geri besleme sayesinde kontrol devresi uyarılarak PWM kare dalganın etkin periyodu daraltılmakta, tersi durumda da genişletilmekte ve çıkış gerilimi hep istenen değerde sabit tutulmaktadır.

Yüksek frekansta çalışan devrenin dalga şekilleri ve hesaplamaları arttıran tip DC kıyıcıyla aynıdır. Tersleyen (Inv.) Regülâtör;

Tersleyen regülâtör aslında azaltan ve arttıran regülâtörlerin birleşiminden oluşan ve çıkış gerilimi girişe göre ters olan bir regülâtör türüdür. Sekil-6.34'de görülen devrede ters çıkış gerilimi

V_s 'in altında veya üstünde olabilir.



Yükseltici DA Kıyıcılar, Gerilim beslemeli invertörler / 12. Hafta

Sekil-6.34'de görülen tersleyen (inv.) regülatör devresinin yine en önemli özelliği, kontrol devresine güç devresi çıkışından bir voltaj geri beslemesi yapılmış olmasıdır.

Zaten bu sayede devre regülatör (sabitleyici) özelliğini kazanmaktadır. Çıkış gerilimi istenen seviyeden yükselmek istediğinde geri besleme sayesinde kontrol devresi uyarılarak PWM kare dalgaının etkin periyodu daraltılmakta, tersi durumda da genişletilmekte ve çıkış gerilimi hep istenen değerde sabit tutulmaktadır.

Devrenin dalga şekilleri ve hesaplamaları arttıran tip kıyıcıyla benzerdir (V_s yerine $k.V_s$).

DC/AC DÖNÜSTÜRÜCÜLER:

DC-AC dönüştürücüler, özellikle son dönemlerde güç elektroniği ve endüstriyel elektronik uygulamalarında çok yoğun olarak kullanılmaya başlayan güç devreleridir. DC-AC dönüştürücülerin kullanım alanları,

- 1) AC motor kontrolünde,
- 2) Kesintisiz güç kaynaklarında,
- 3) Rüzgâr ve güneş enerji sistemlerinde,
- 4) İndüksiyonla ısıtmada,
- 5) Değişken frekanslı uygulamalar. DC-AC dönüştürücüleri iki temel grup atında incelemek mümkündür. Bu gruplar,

1) PWM İvertörler;

a) Gerilim Kaynaklı (VSI),

1 faz VSI,

3 faz VSI.

b) Akım Kaynaklı (CSI),

1 faz CSI,

3 faz CSI.

2) Rezonanslı İvertörler;

a) Seri Rezonanslı İvertörler,

b) Paralel Rezonanslı İvertörlerdir.

Yükseltici DA Kıyıcılar, Gerilim beslemeli invertörler / 12. Hafta

A - GERİLİM KAYNAKLI PWM İNVERTÖRLER (VSI):

Endüstride özellikle Asenkron motorların kontrolünde yoğun olarak kullanılmakta olan PWM invertörler, DC gerilim kaynağını kullanarak değişken frekanslı ve değişken gerilimli AC üretirler. Bu bölümde gerilim kaynaklı türü incelenecek olan PWM invertörlerin en önemli avantajı çıkışta oluşan AC gerilimin genlik ve frekansının çok kolaylıkla ayarlanabilmesidir ki bu sayede senkron ve asenkron motorlarda çok kolaylıkla hız kontrolü yapılabilir.

1) 1 fazlı Gerilim Kaynaklı PWM İnvertörler (Rezistif yük);

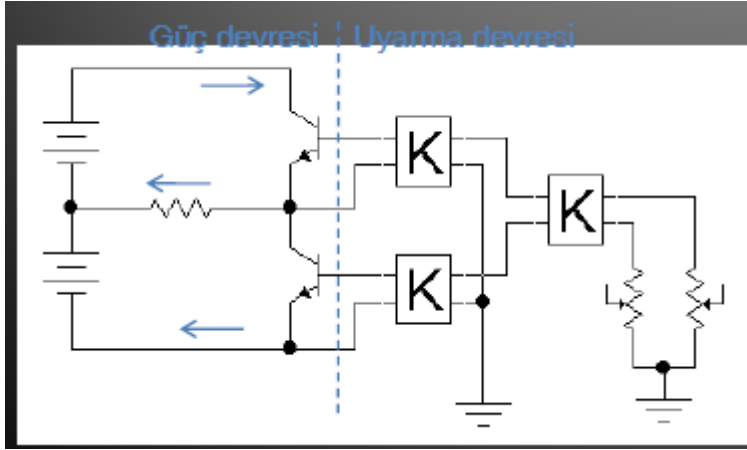
Bir fazlı VSI invertörler DC gerilim kaynağı kullanarak 1 fazlı, değişken frekanslı ve değişken genlikli AC gerilim elde etmekte kullanılan devrelerdir.

1 fazlı tam dalga doğrultucuların tam tersi gibi düşünülebilecek olan bu devrelerde tıpkı 1 fazlı doğrultucularda olduğu gibi iki farklı yöntem kullanılabilir. Bu yöntemler,

- 1) Simetrik DC kaynakta yarım köprü ile çalışma,
- 2) Tek DC kaynakta tam köprü ile çalışmadır.

Aşağıdaki Sekil-7.1'de simetrik DC kaynakta ve rezistif yükte çalıştırılan yarım köprü tipi PWM invertör (VSI) devre bağlantısı görülmektedir.

Şekilde BJT olarak görülen güç anahtarları yerine gerektiğinde Mosfet veya IGBT'de kullanılabilir.

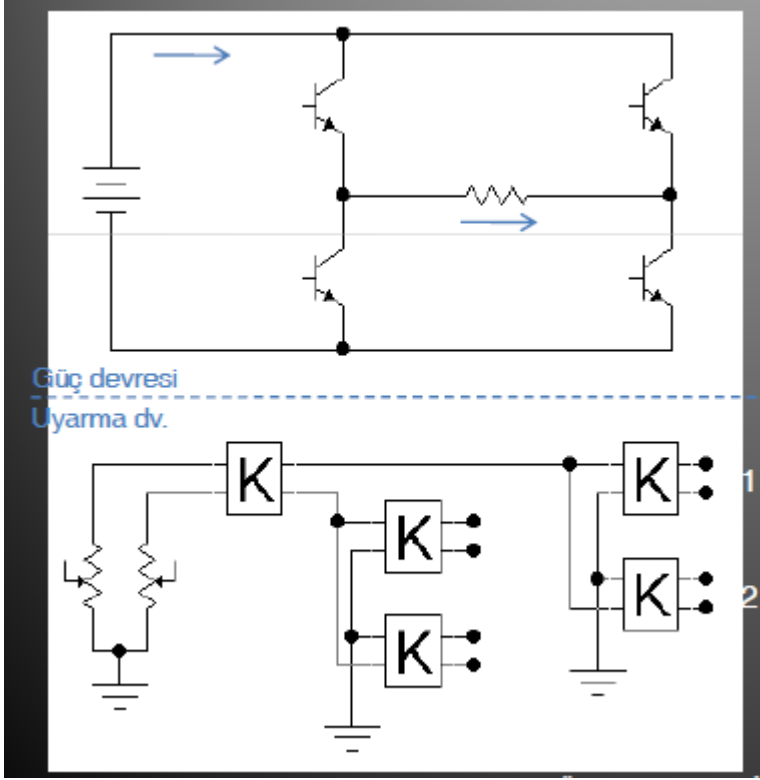


Sekil-7.1'de görülen yarım köprü invertör devresi, aynı güç ve özelliklerde 2 adet DC kaynak gerektirdiği için pratik kullanım için uygun değildir.

Devre çıkışında AC gerilim elde edebilmek için T_1 ve T_3 transistörleri sırayla ve es zamanlı olarak (push-pull) uyarılmalıdır. T_1 uyarıldığında V_{s-1} kaynağı yüke bağlanacak ve çıkış gerilimi pozitif olacaktır. T_3 uyarıldığında ise V_{s-2} kaynağı yüke bağlanacak ve çıkış gerilimi negatif olacaktır.

Bu işlem periyodik olarak gerekli olarak frekansta yapıldığında çıkışta istenilen frekanslı AC gerilim elde edilmiş olacaktır. Aşağıdaki Sekil-7.2'de ise tek DC kaynakta ve rezistif yükte tam köprü tipi PWM invertör (VSI) devre bağlantısı görülmektedir.

Yükseltici DA Kıyıcılar, Gerilim beslemeli invertörler / 12. Hafta



Sekil-7.2’de görülen tam köprü invertör devresiyle, tek bir DC kaynak kullanarak yarım köprü invertörle elde edilen sonucun aynısı elde edilebilmektedir.

Devre çıkışında AC gerilim elde edebilmek için T_1 - T_2 ve T_3 - T_4 transistörleri sırayla ve es zamanlı olarak (push-pull) uyarılmalıdır. T_1 - T_2 uyarıldığında V_s kaynağı yüke bağlanacak ve çıkış gerilimi pozitif olacaktır. T_3 - T_4 uyarıldığı zaman ise V_s kaynağı yüke ters bağlanacak ve çıkış gerilimi negatif olacaktır.

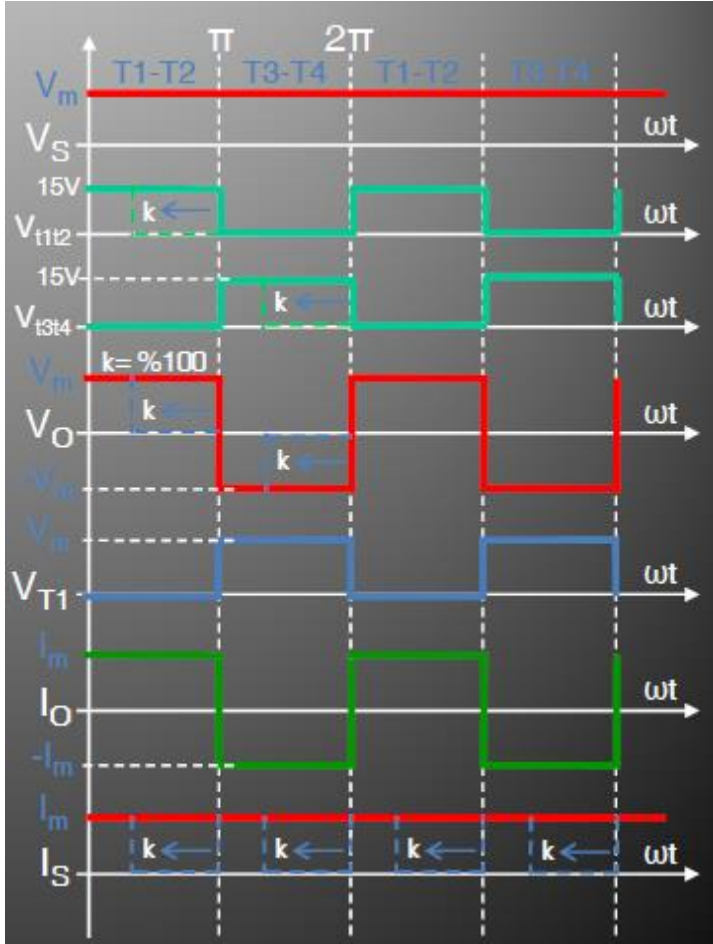
Bu işlem periyodik olarak yapıldığında çıkışta istenilen frekanslı AC gerilim oluşmaktadır. Sekil-7.1 ve Sekil-7.2’de görülen yarım köprü ve tam köprü PWM invertörlerin rezistif performansını gösteren dalga şekilleri yan tarafta Sekil-7.3’de verilmiştir.

Şekilden görüldüğü gibi T_1 - T_2 ve T_3 - T_4 ikililerinin periyodik olarak devreye sokulmasıyla istenen frekansta kare dalga formatında bir AC gerilim çıkış uçlarında oluşmaktadır.

Burada gerilimlerin tepe değeri (V_m) kaynak gerilimine, akımların tepe değeri (I_m) ise kaynak geriliminin yük direncine (R) oranına eşit olacaktır.

Çizilen bu dalga şekillerine göre invertörün tüm performans parametreleri hesaplanacaktır.

Yükseltici DA Kıyıcılar, Gerilim beslemeli invertörler / 12. Hafta



PWM invertör kullanılarak elde edilen AC gerilimin frekansı tamamen kontrol sinyalinin frekansına bağlı olarak oluşmaktadır.

İnvertör kullanılarak elde edilen AC gerilimin genliği ise iki farklı yöntemle kontrol edilebilmektedir. Bu yöntemler,

- 1) Değişken kaynak gerilimi (V_s) kullanılarak,
- 2) Değişken etkin periyot (k) kullanılarak.

PWM invertörlerde adından da anlaşılacağı gibi daha çok ikinci yöntem olan etkin periyot kontrolü yöntemi kullanılmaktadır. Değişken frekanslı gerilim gereken uygulamalarda kullanılan 1 fazlı gerilim kaynaklı PWM invertörün rezistif yükte çalışırken diğer güç devrelerinde olduğu gibi,

- 1) Çıkış geriliminin etkin değeri,
- 2) Çıkış akımının etkin değeri,
- 3) Etkin çıkış gücü,
- 4) Kaynak akımının ortalama değeri,
- 5) Ortalama giriş gücü,

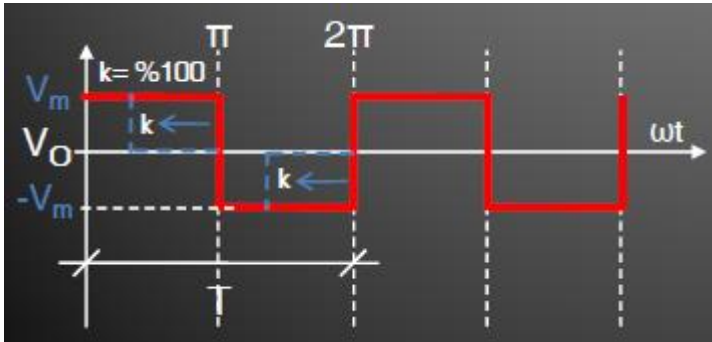
Yükseltici DA Kıyıcılar, Gerilim beslemeli invertörler / 12. Hafta

- 6) Devrenin verimi,
- 7) Anahtar gerilimi,
- 8) Anahtar akımı, hesaplanabilir.

1) Çıkış geriliminin etkin değeri;

1 fazlı gerilim kaynaklı invertörün (VSI) saf rezistif yükte oluşan çıkış gerilimi Sekil-7.4'de görüldüğü gibi olduğundan, çıkış geriliminin etkin değer eşitliği, olarak bulunabilecektir.

$$V_{O(rms)} = \sqrt{\frac{k}{T/2} \int_0^{T/2} V_m^2 \cdot dt} = \sqrt{k} \cdot V_s$$

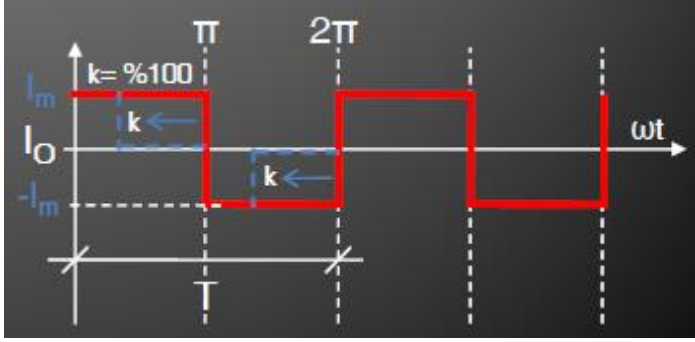


2) Çıkış akımının etkin değeri;

1 fazlı gerilim kaynaklı invertörün (VSI) saf rezistif yükte oluşan çıkış akımı Sekil-7.5'de görüldüğü gibi olduğundan, çıkış akımının etkin değer eşitliği, olarak bulunabilecektir.

$$I_{O(rms)} = \sqrt{\frac{k}{T/2} \int_0^{T/2} I_m^2 \cdot dt} = \frac{V_{O(rms)}}{R}$$

Yükseltici DA Kıyıcılar, Gerilim beslemeli invertörler / 12. Hafta



3) Etkin çıkış gücü;

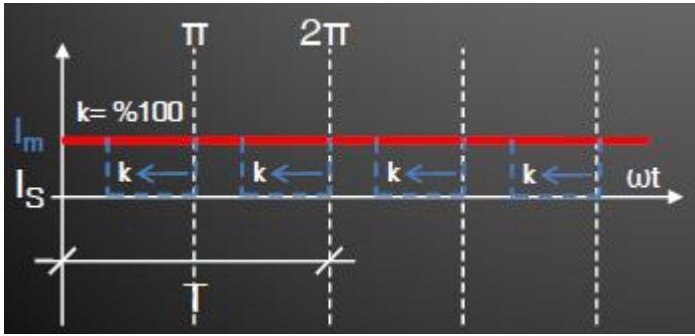
Devrenin ortalama çıkış gücü,

$$P_o = I_o \cdot V_o$$

4) Kaynak akımı ortalama değeri;

aynaktan çekilen akımın sekli, Sekil-7.6'daki gibi olduğuna göre, eşitliğinden bulunabilecektir.

$$I_{S(rms)} = \frac{k}{T/2} \int_0^{T/2} I_m \cdot dt = \frac{k \cdot V_s}{R}$$



5) Ortalama giriş gücü;

Kaynaktan çekilen ortalama giriş gücü aşağıdaki gibi olacaktır.

$$P_s = I_s \cdot V_s \text{ eşitliğinden bulunabilecektir.}$$

6) Devrenin verimi;

Devrenin verimi, $\eta = P_o / P_s$ olacaktır.

7) Anahtar gerilimi,

Anahtarın üzerine gelecek olan gerilime göre, $V_T = 1,3 \cdot V_m$ olacaktır.

Yükseltici DA Kıyıcılar, Gerilim beslemeli invertörler / 12. Hafta

8) Anahtar akımı;

Anahtarın üzerindeki akıma göre;

$$I_T = 1,3 \cdot I_m = 1,3 \cdot V_m / R$$