

# STATİK REAKTİF GÜÇ KOMPANZASYONU UYGULAMASI VE MATLAB SİMÜLASYONU

Ümit PEKPARLAK, Uğur ARİFOĞLU

**Özet** – Elektrik enerjisi, günümüzde en yaygın olarak tüketilen, çok kullanışlı fakat bir o kadar da pahalı bir enerji türüdür. Enerjinin üreticisi, dağıtıcısı ve tüketicisi, minimum maliyet ve maksimum tasarruf için çeşitli araştırmalar yapmaktadır. İşte bu araştırmaların bir sonucu olan Reaktif Güç Kompansasyonu bu gün önemli bir tasarruf önlemi olarak karşımıza çıkmıştır. Teknolojinin ilerlemesiyle daha kaliteli bir elektrik enerjisi ihtiyacı hissedilmiş ve bu kaliteyi sağlamak için daha teknolojik reaktif güç kompanzatorleri kullanılmaya başlanmıştır. Bu çalışmada, klasik kompanzasyon sistemlerinin ve alternatif olarak sunulan statik VAR sistemlerinin çalışması simülasyon (benzetim) yolu ile anlatılarak avantaj ve dezavantajları anlatılmıştır.

**Anahtar Kelimeler** – Reaktif Güç, Kompanzasyon, Yarıiletken, Kıyıcı, Harmonik

**Abstract** – Electric energy is not only widespread used and serviceable but also an expensive type of energy. Producer, distributor and consumer are always researching for economizing electric energy. Reactive Power Compensation is one result of these research. With developing technology, people needs electric energy of better quality and to provide this quality, more effective reactive power compensators are used. In this study, conventional compensation systems and static VAR compensation systems have been mentioned via simulation and these systems have been compared with each other in terms of advantages and disadvantages.

**Keywords** – Reactive Power, Compensation, Semiconductor, Chopper, Harmonic

Ü. PEKPARLAK, Federal Elektrik Elektronik Ar-Ge  
1. OSB 1. Yol No : 25 Hanlı/ Sakarya  
U. ARİFOĞLU, SAÜMüh. Fak.  
Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü

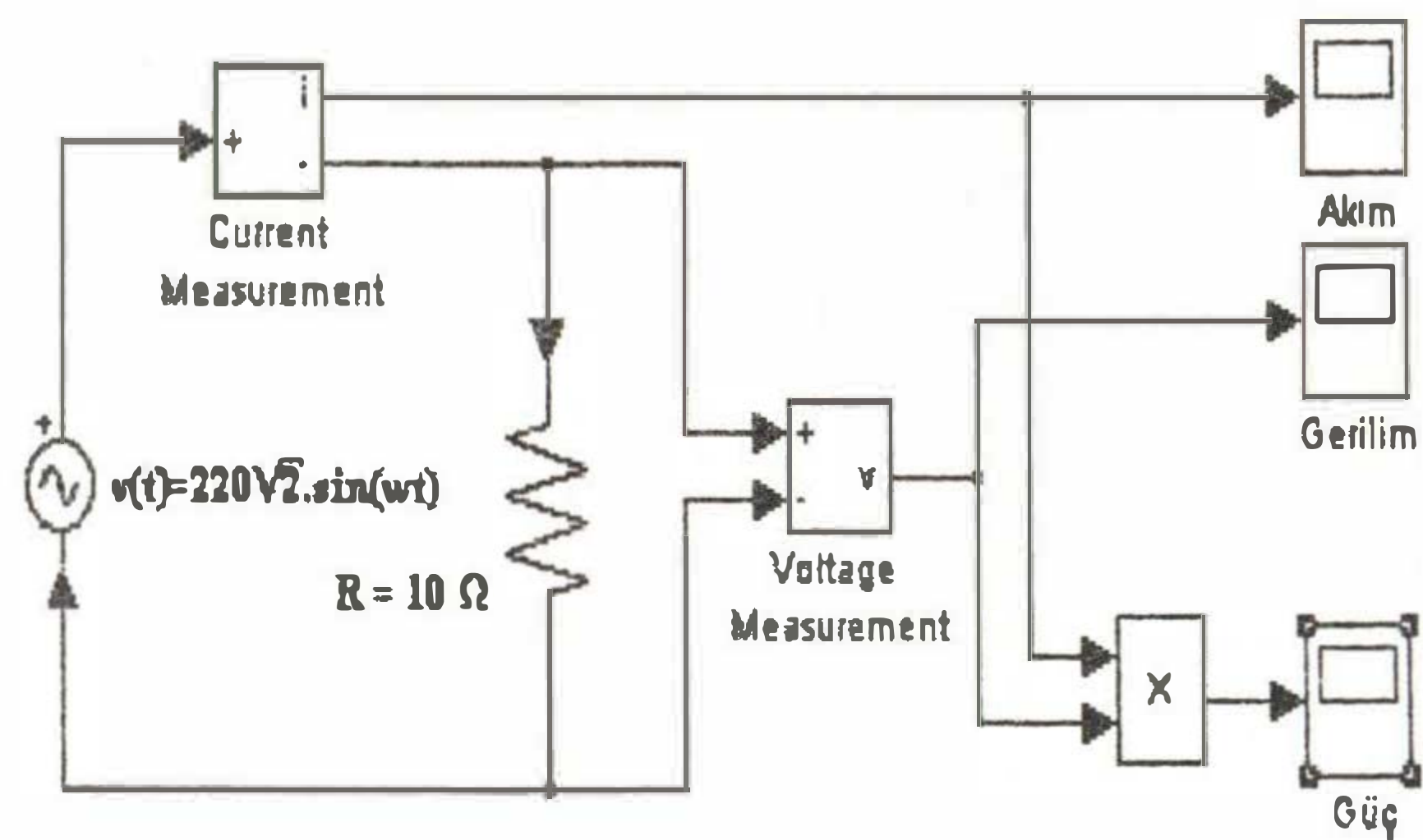
## I.GİRİŞ

Bilindiği gibi reaktif güç, elektrik mühendisliğinin ayrılmaz bir parçasıdır. Elektrik enerjisinin üretiminde, dağıtımında ve kullanımında kaçınılmaz olarak ortaya çıkar ve zararlı etkileri nedeni ile kompanze edilmesi istenir.

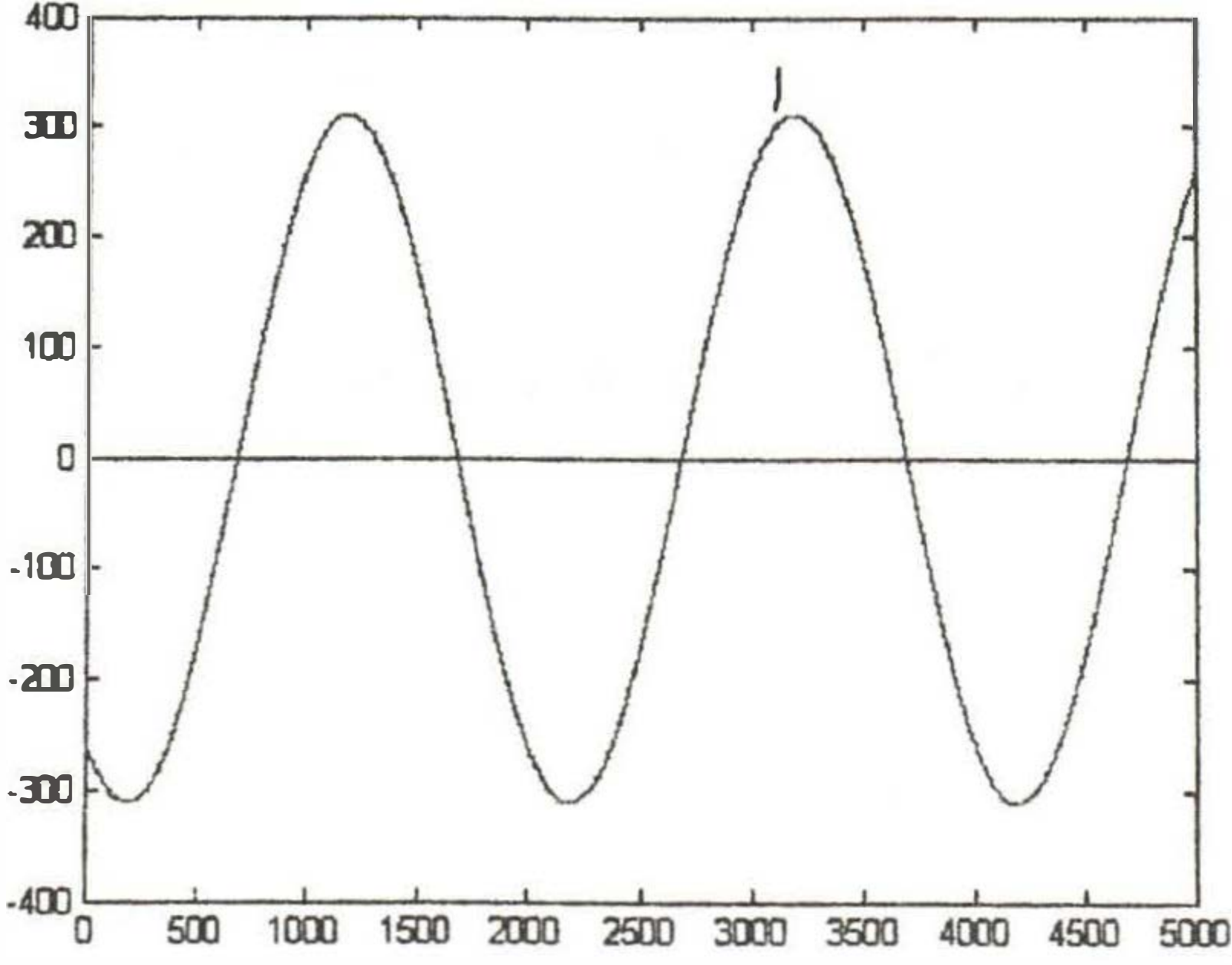
Öncelikle, rezistif yükün bir AC kaynaktan beslendiğinde nasıl davrandığı görüldükten sonra aynı AC kaynağa paralel bağlanmış R, L ve C yüklerinin davranış biçimleri Matlab Simulink üzerinden elde edilmiş sonuçlarla yorumlanacaktır.

### I.1 Rezistif Yük

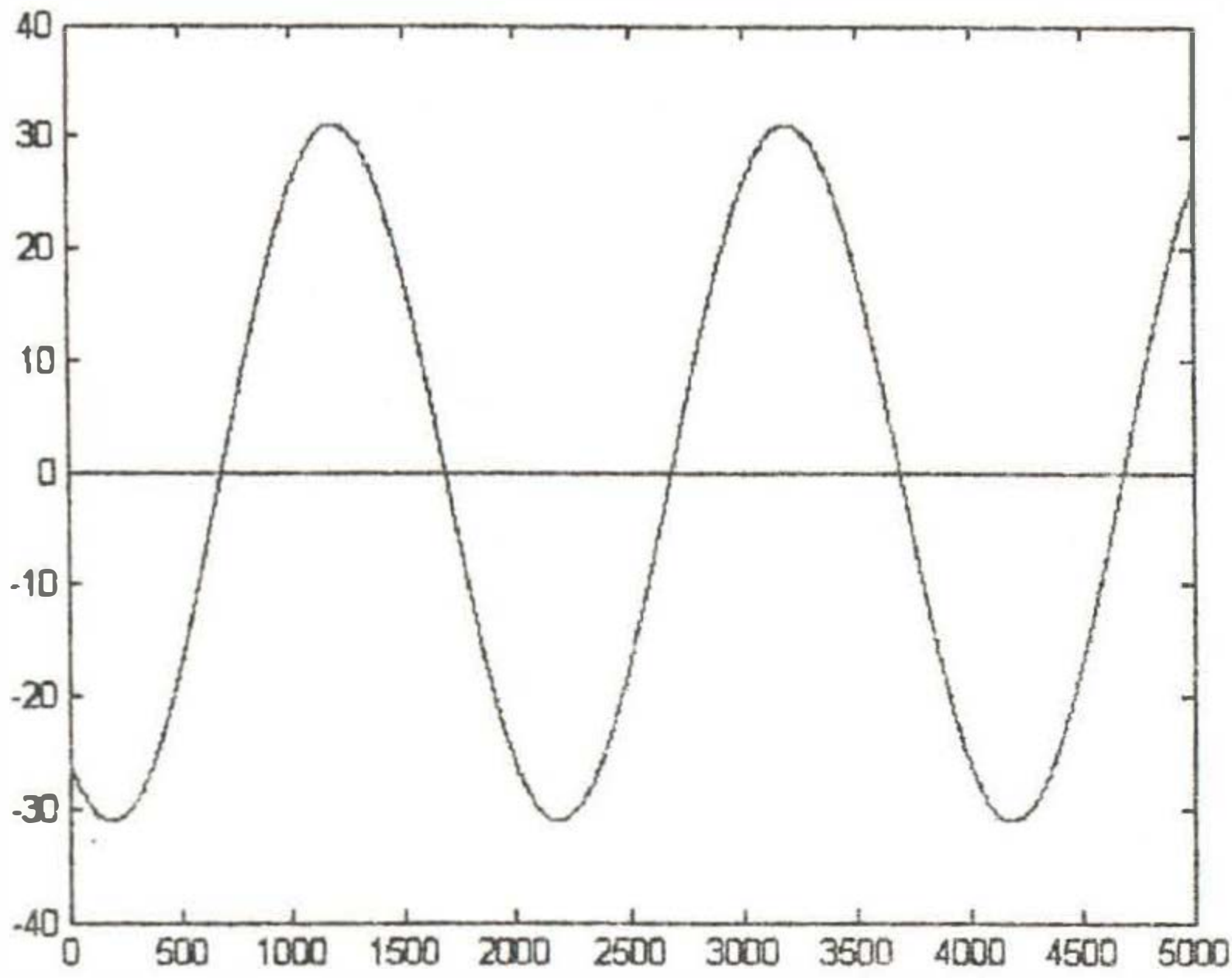
Aşağıda, bir AC kaynağa bağlanmış, ısıtıcı, akkor lamba gibi rezistif bir yük görülmektedir. Bu yükün üzerindeki gerilime ve kaynaktan çektiği akıma ilişkin eğriler verilmiştir.



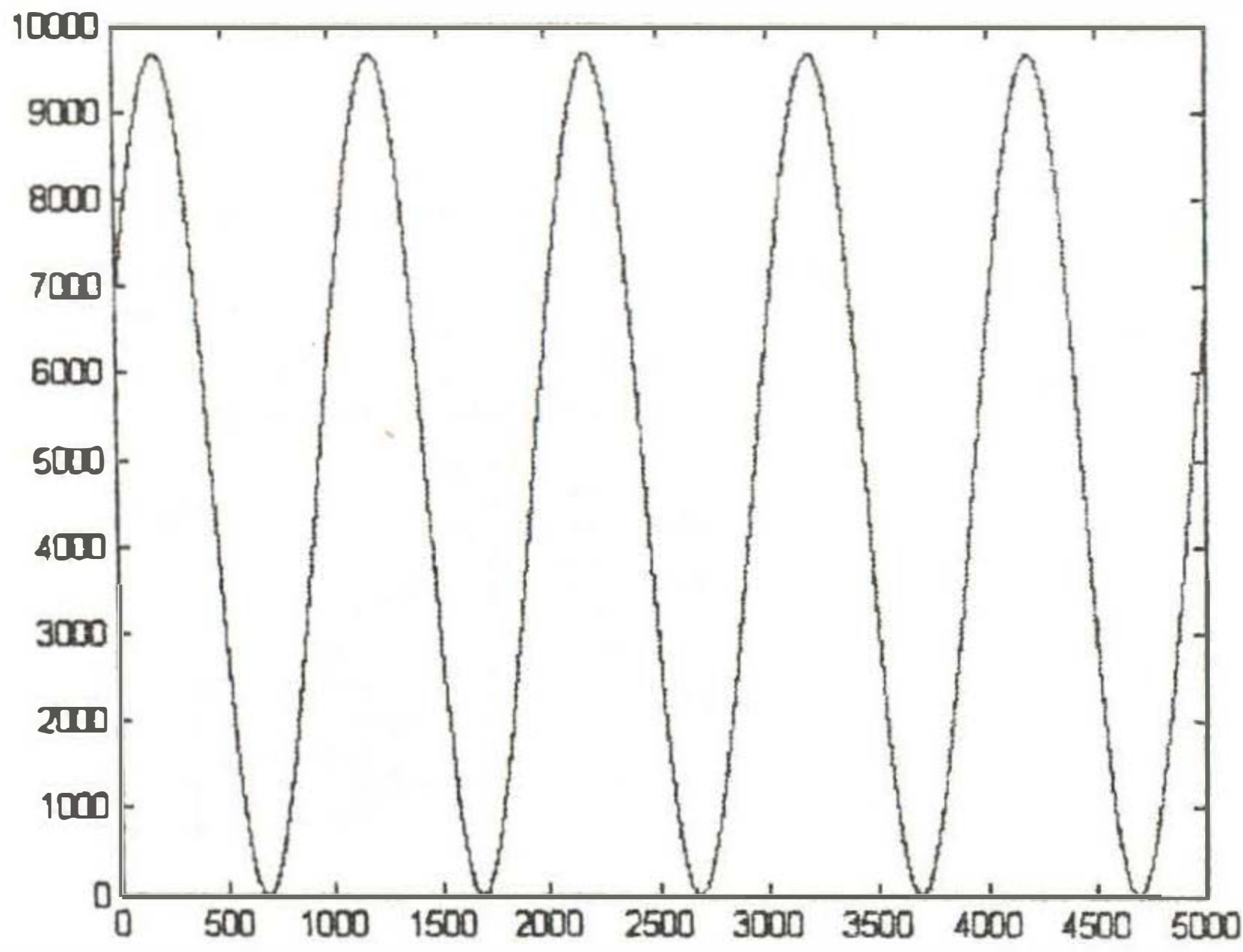
Şekil 1.1. AC kaynağa bağlı rezistif bir yükün Simulink devre modeli



Şekil 1.2. AC kaynağın geriliminin zamanla değişimi



Şekil 1.3. AC kaynağa bağlı rezistif yükün kaynaktan çektiği akımın zamanla değişimi



Şekil 1.4. Rezistif yükün kaynaktan çektiği gücün zamanla değişimi

Şekil 1.1'de rezistif yük devresinin Matlab-Simulink'teki çizimi görülmektedir. Burada görülen osiloskopların gösterdiği eğriler ise Şekil 1.2- gerilim, Şekil 1.3-akım ve Şekil 1.4-güç değerinin zamanla değişimi verilmiştir. Bu eğrilerden de görüldüğü gibi rezistif bir yükün akım

ve gerilim eğrileri aynı anda sıfırdan geçmektedirler. Yani rezistif bir yükün akımı ile gerilimi arasında faz farkı yoktur. Güç eğrisine bakılacak olursa frekansı akım ya da gerilim'in iki katı olan bir eğridir ve bu eğrinin hep pozitif eksende olduğu görülür. Bunun anlamı rezistif yükün hep güç tükettiği yani güç akışının her an kaynaktan yüke doğru olduğudur. Şekil 1.4'te görülen anlık güç eğrisine ait eşitlik aşağıda verilmiştir :

$$p(t) = v(t).i(t) \quad (1.1)$$

$$v(t) = V_{\max} \cdot \cos(\omega t) \quad (1.2)$$

$$i(t) = I_{\max} \cdot \cos(\omega t) \quad (1.3)$$

$$p(t) = \frac{1}{2} \cdot V_{\max} \cdot I_{\max} + \frac{1}{2} \cdot V_{\max} \cdot I_{\max} \cdot \cos(2\omega t) \quad (1.4)$$

Herhangi bir yükün faydalı bir işe dönüştürmek üzere kaynaktan çektiği güce Aktif Güç denir. Aktif gücü bulmak için ani gücün ortalaması hesaplanmalıdır.

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T v(t).i(t) dt \quad (1.5)$$

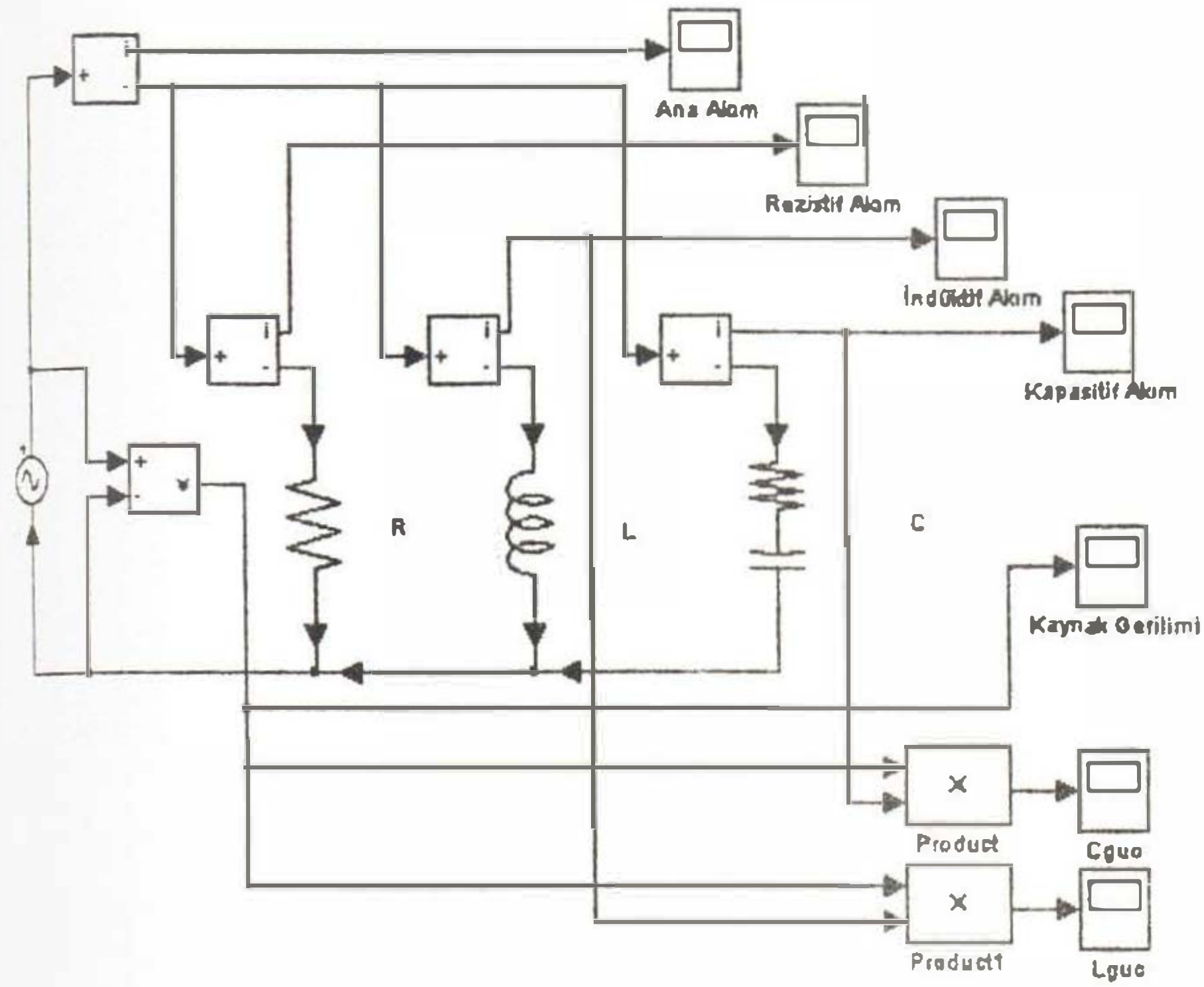
$$P = \frac{1}{2} V_{\max} \cdot I_{\max} \quad (1.6)$$

$$P = V \cdot I \quad (1.7)$$

Rezistif bir yük için (1.7) ifadesinden de görüleceği üzere aktif güç direncin üzerindeki gerilimin etkin değeri ile üzerinden geçen akımın etkin değerinin çarpımına eşit olacaktır.

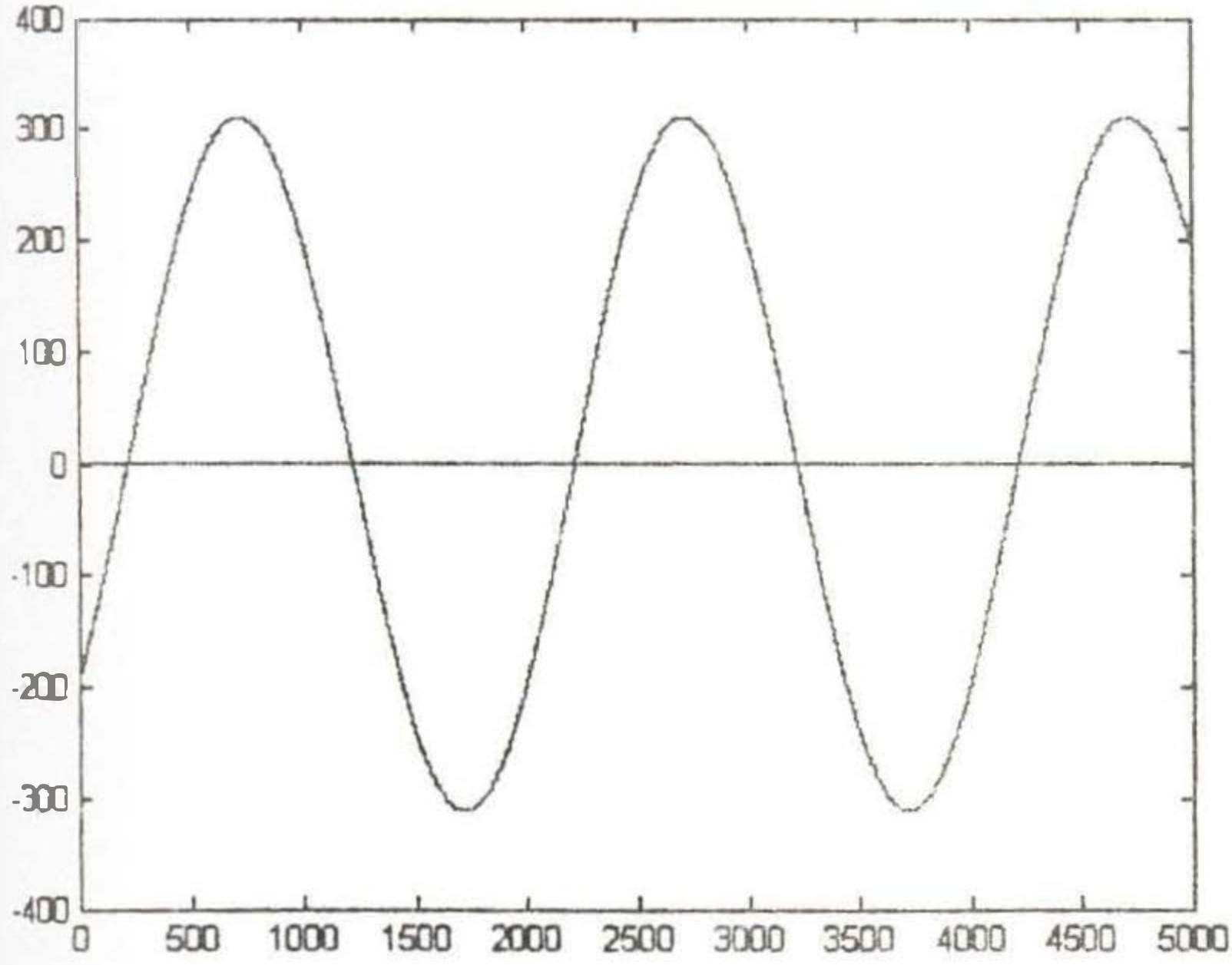
## 1.2 Paralel RLC Devresi

Şekil 1.5'te bir paralel RLC devresine ait Matlab Simulink çizimi görülmektedir. Burada, R direnci yükün, aktif güç tüketen karakterini, L ise yükün indüktif karakterini temsil etmektedir. Paralel bağlı C devresindeki direnç yalnızca düzgün bir eğri elde etmek amacı ile konmuş çok küçük değerde bir dirençtir. Bu kol yalnızca kondansatörmüş gibi düşünülebilir.

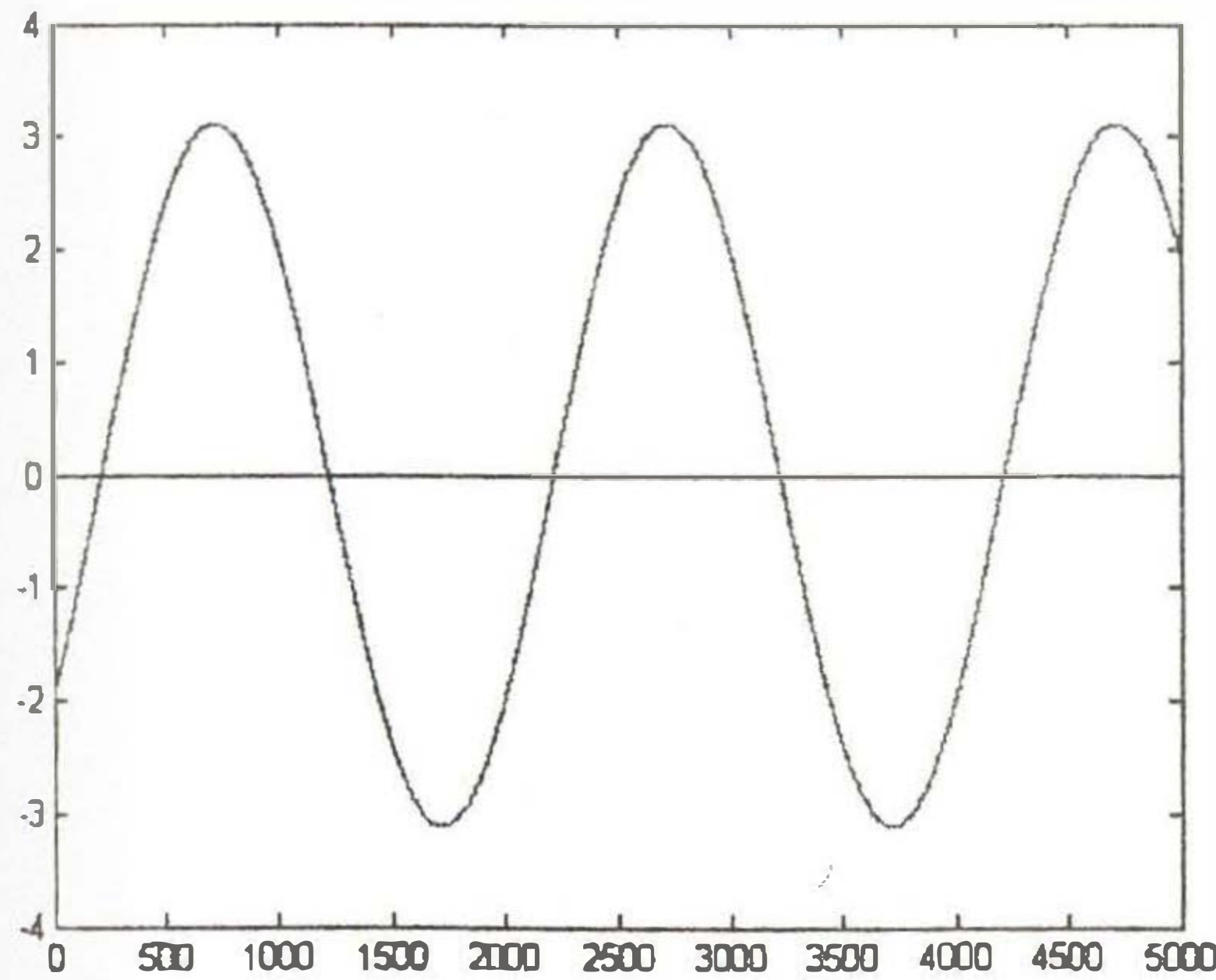


Şekil 1.5. Paralel RLC devresinin Simulink devre modeli

Bu devre üzerindeki osiloskopların gösterdikleri eğriler incelenerek devam edilsin. Şekil 1.6'da devredeki kaynak geriliminin eğrisi verilmiştir.

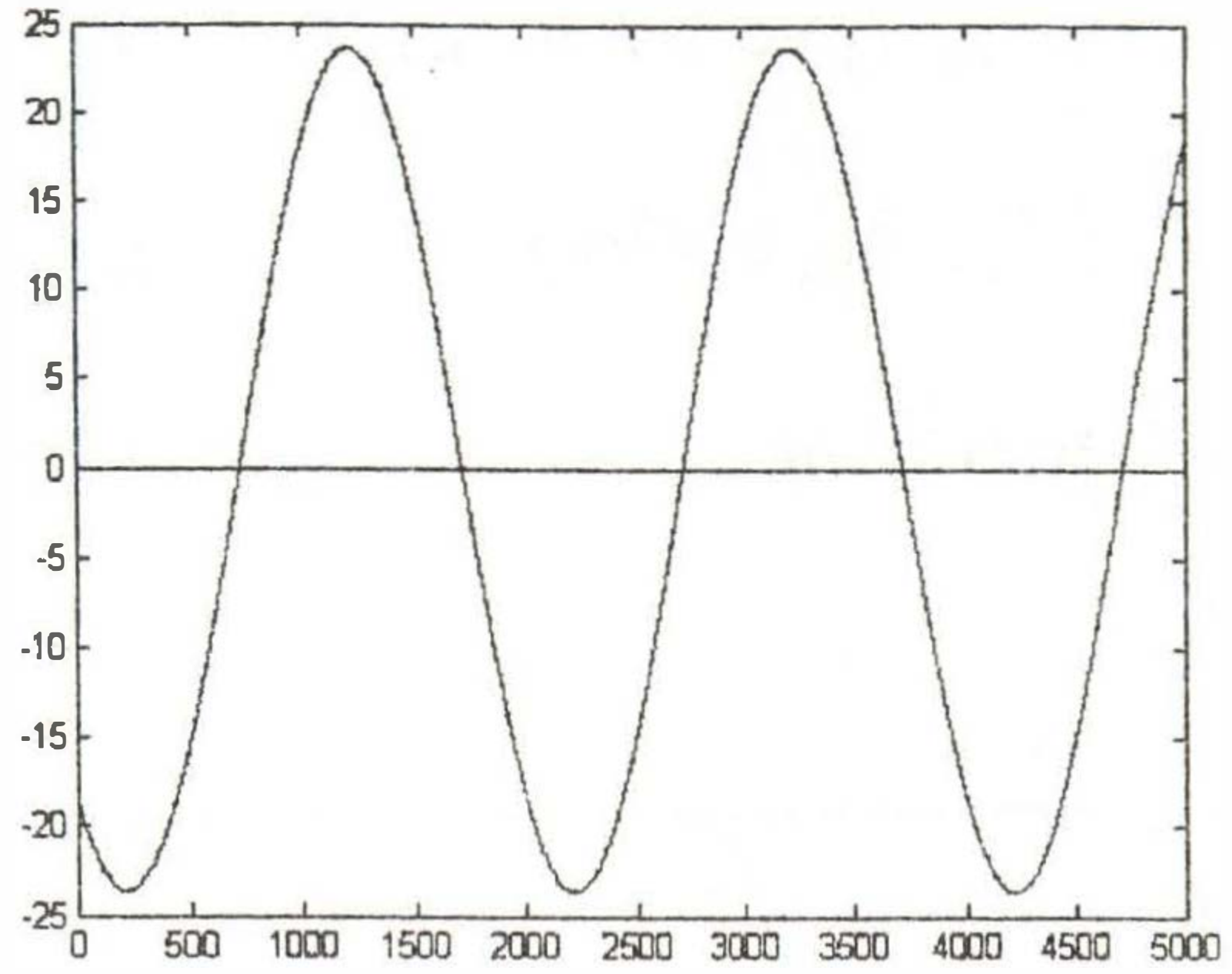


Şekil 1.6. Kaynak geriliminin zamanla değişimi



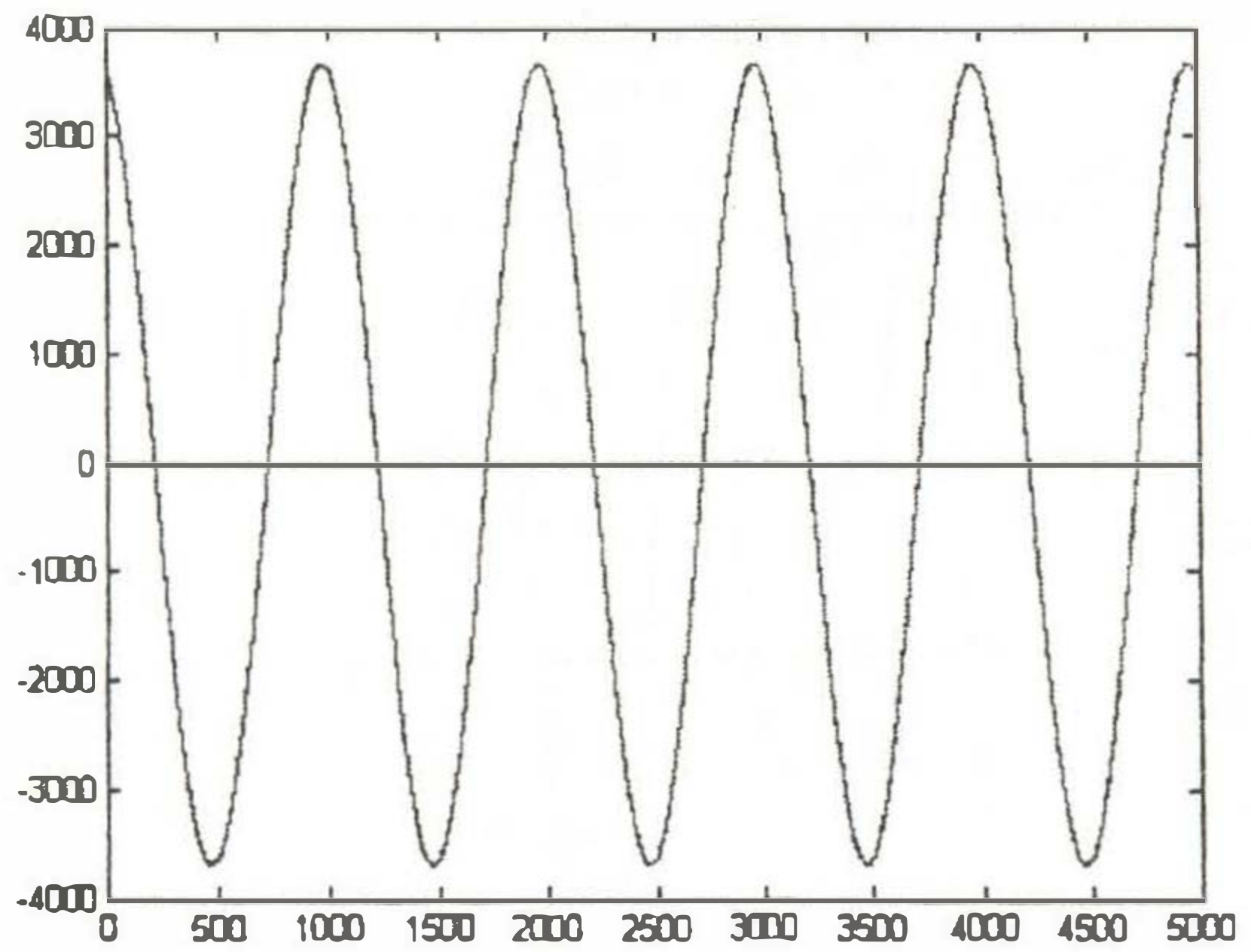
Şekil 1.7. Rezistif yükün çektiği akımın zamanla değişimi

Şekil 1.7'de R elemanının çektiği akım görülmektedir. Bu akımın gerilim ile faz farkı olmadığı ve bunun ifade ettiği anlam daha önce açıklanmıştı.



Şekil 1.8. Endüktif yükün çektiği akımın zamanla değişimi

Şekil 1.8, L'nin çektiği akımı göstermektedir. Bu eğrinin gerilim eğrisinden 90 derece geride olduğu görülmektedir. Gerilim eğrisi tepe noktada iken akım eğrisi daha sıfırdan geçmektedir. Bu sebeple (1.12) ifadesinden de görüleceği üzere saf endüktif bir yük faydalı bir işe dönüşecek olan aktif bir güç çekmez fakat buna karşın anlık güç değerinin sıfır olmadığı görülmektedir. Bunun anlamı şudur; saf endüktif bir yük karakteri gereği, bir alternans içinde bir miktar gücü kaynaktan çeker ve aynı miktarda gücü kaynağa geri verir. Bu olay Şekil 1.9'da da görüldüğü gibi bir periyotta iki defa gerçekleşir. Şekil 1.9 L indüktansına ait ani güç eğrisidir.



Şekil 1.9. Endüktif yükün çektiği gücün zamanla değişimi

$$v(t) = V_{\max} \cdot \cos(\omega t) \quad (1.8)$$

$$i(t) = I_{\max} \cdot \cos(\omega t - \pi / 2) \quad (1.9)$$

$$p(t) = \frac{1}{2} \cdot V_{\max} \cdot I_{\max} \cos(2\omega t - \pi / 2) \quad (1.10)$$

$$p(t) = \frac{1}{2} \cdot V_{\max} \cdot I_{\max} \sin(2\omega t) \quad (1.11)$$

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T v(t) \cdot i(t) dt = 0 \quad (1.12)$$

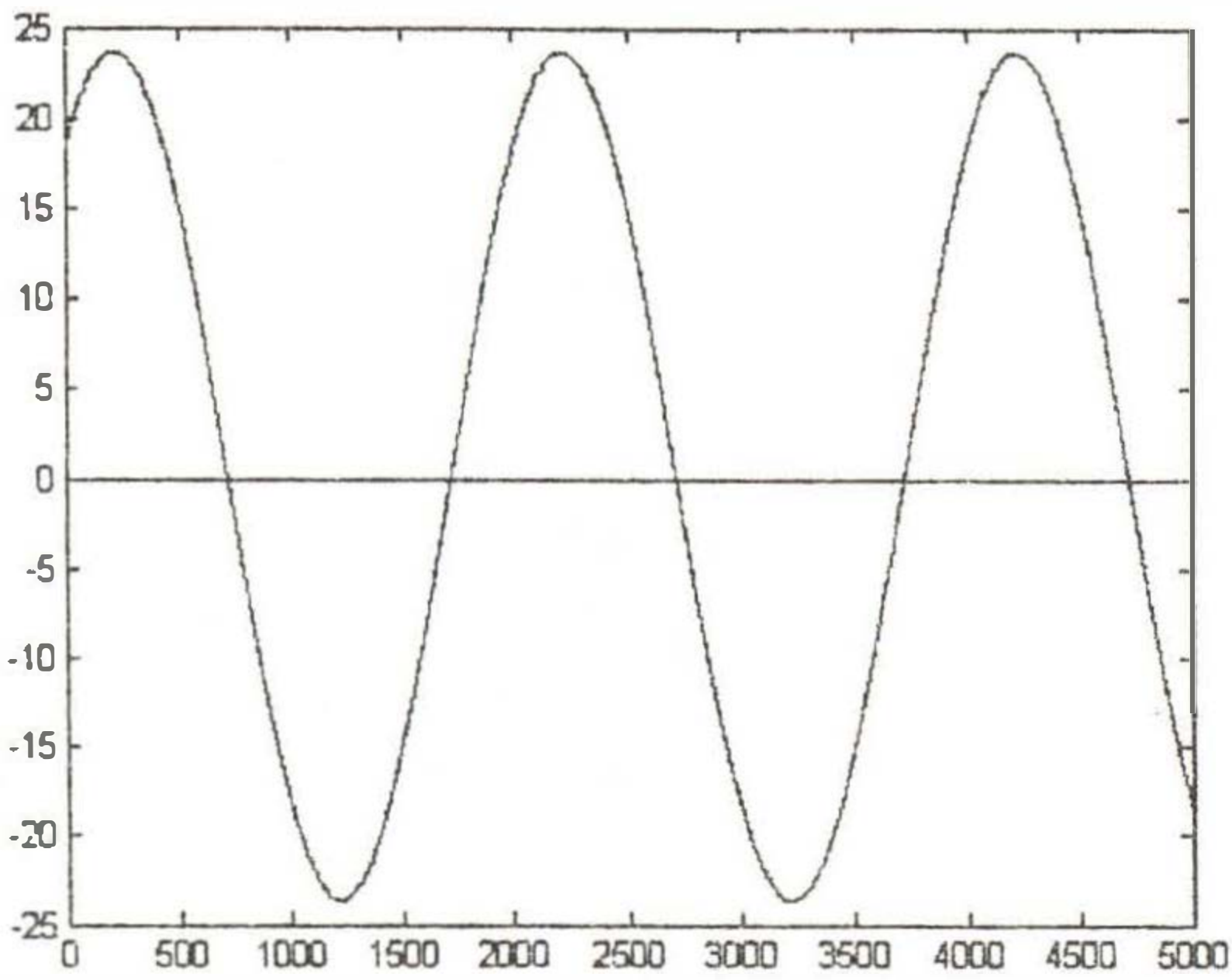
$$v(t) = V_{\max} \cdot \cos(\omega t) \quad (1.13)$$

$$i(t) = I_{\max} \cdot \cos(\omega t + \pi / 2) \quad (1.14)$$

$$p(t) = \frac{1}{2} \cdot V_{\max} \cdot I_{\max} \cos(2\omega t + \pi / 2) \quad (1.15)$$

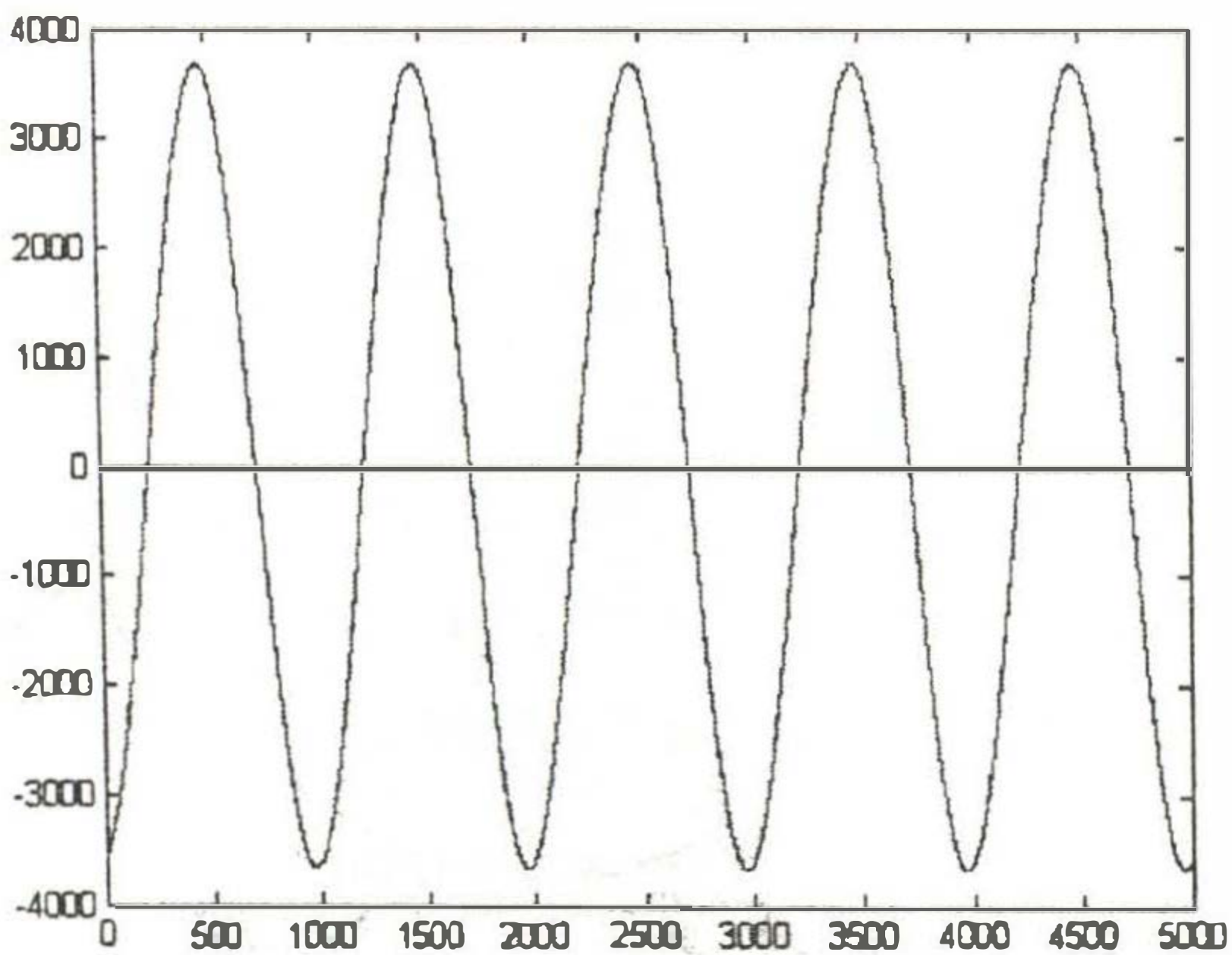
$$p(t) = \frac{1}{2} \cdot V_{\max} \cdot I_{\max} \sin(2\omega t) \quad (1.16)$$

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T v(t) \cdot i(t) dt = 0 \quad (1.17)$$



Şekil 1.2. Kapasitif yükün çektiği akımın zamanla değişimi

Şekil 1.10'da görüldüğü gibi kapasitif yükün de akımı ile gerilimi arasında 90 derece faz farkı vardır. İndüktif yükte gerilimi akımdan 90 derece önde, kapasitif yükte akım gerilimden 90 öndedir. Kapasitif yük için de güç akışı indüktif yükte olduğunun aynıdır. Yani bir alternansın yarısında kaynaktan çekilen güç, alternansın diğer yarısında kaynağa geri verilir.



Şekil 1.3. Kapasitif yükün çektiği gücün zamanla değişimi

Eşitlik (1.12) ve (1.17) kapasitif ve indüktif yüklerin kaynaktan aktif güç çekmediklerini gösterir. Fakat bu elemanlar bir periyotta ikişer defa kaynaktan bir miktar güç çekip kaynağa geri verirler. Bu durum, kapasite ve indüktansın karakteristik özelliğidir. Her ne kadar kaynaktan net bir güç çekmiyor iseler de bu güç salınımının zararlı etkileri vardır.

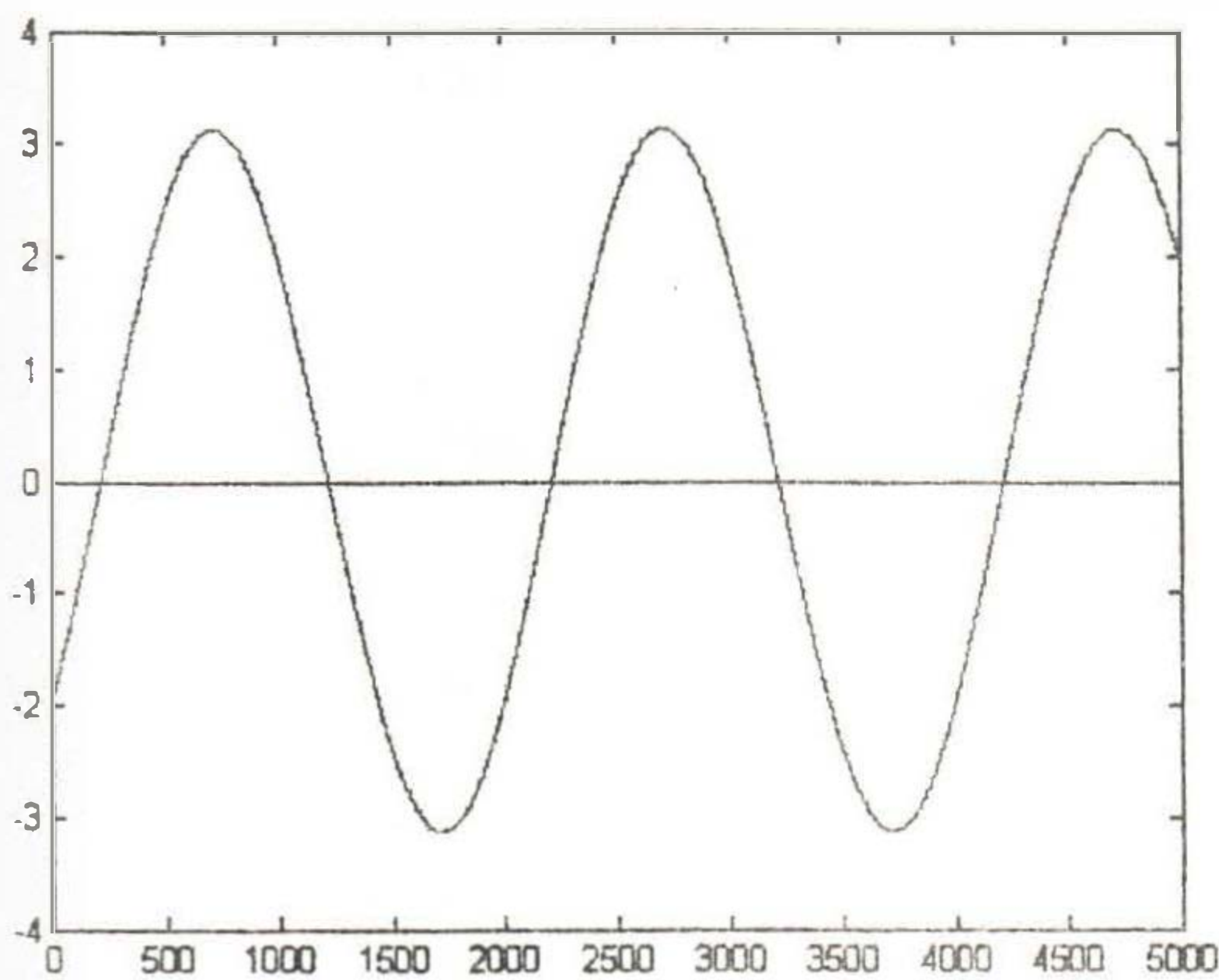
Kapasite ve indüktansın bir periyot boyunca kaynaktan çektiği gücün ortalamasına **reaktif güç** denir. Bu elemanların reaktif güçlerini tekrar kaynağa veriyor olması bir sorun olmayacağı anlamına gelmez. Reaktif güç çekildiği sırada hatlar bu fazlalık gücü taşımak zorundadır ve kaynak da, alternansın ikinci yarısında bu gücü geri alacak olsa dahi bu fazladan gücü yüke o anda sağlayabilmelidir. Bunlar reaktif gücün sebep olduğu en temel problemlerdir.

Reaktif gücün şebekeden sağlanması durumunda bir çok sakınca ortaya çıkacaktır. Bu sebeple, yükün kaçınılmaz olarak ihtiyaç duyduğu reaktif gücün şebeke haricinde bir kaynaktan sağlanmasına **reaktif güç kompanzasyonu** adı verilmektedir.

İndüktif ve kapasitif yüklere ait akım ( Şekil 1.8 ve Şekil 1.10 ) ve güç ( Şekil 1.9 ve Şekil 1.11 ) eğrilerine dikkatlice bakılacak olursa, indüktansın kaynaktan güç çektiği sırada kapasite kaynağa çektiği reaktif gücü geri vermektedir. Bunun sebebi, indüktansta akımın gerilimden 90 derece geride olmasına karşın kapasite akımının geriliminden 90 derece ileride olmasıdır. Paralel bir indüktans ve kapasite düşünüldüğünde aynı AC kaynaktan çekilecek indüktif ve kapasitif akımların birbiri ile arasında 180 derece faz farklı olduğu ortaya çıkacaktır. Bu durum paragrafın başındaki cümleyi açıklamaktadır. Sonuç olarak bir indüktansın kaynaktan çekeceği akımın, uygun bir değerinde kendisine paralel bağlı bir kapasiteden karşılanması mümkündür.

Şekil 1.5'te yükün direncinin R, indüktansının L ile gösterildiği belirtilmişti. Şekil 1.5'te C, yükün indüktif karakterini temsil eden L'yi **kompanze etmek** amacı ile

devreye konmuştur. L ve C'ye ait akım eğrileri sırası ile Şekil 1.8 ve Şekil 1.10'da verilmişti. Fakat şimdiye kadar kaynaktan gelen ana kol akımına daha değinilmediği hatırlanmalıdır.



Şekil 1.4. Ana koldan geçen akımın zamanla değişimini

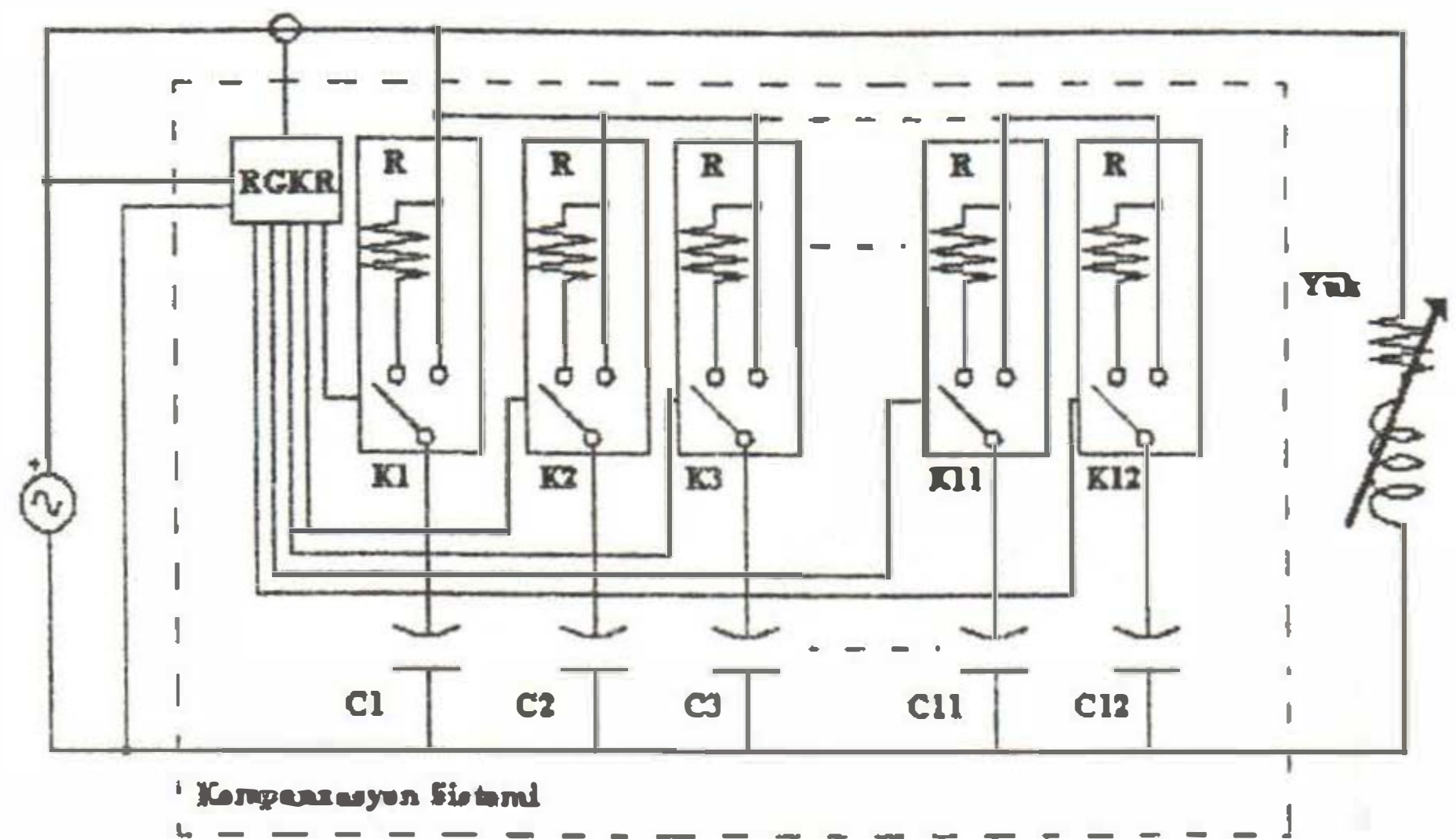
Şekil 1.12'de ana kol akımına ait dalga şekli verilmiştir. L ve C'nin çektiği akımların tepe değerleri 25A gibi değerlere ulaştığı halde bu akımın tepe değeri 3 A civarındadır. Bu akım aynı zamanda R direncinin akımıdır. Buradan da görülüyor ki Şekil 5'te verilen devrede C değeri, L'yi kompanse edecek değerde ayarlanmıştır. Yani devredeki yükün ( R-L ) çekeceği indüktif kapasitif reaktif güç, kaynaktan değil C kapasitesi tarafından sağlanmaktadır. Bu işlem endüstride çeşitli yöntemler kullanılarak uygulanmaktadır.

## II. KLASİK KOMPANZASYON SİSTEMLERİ

Endüstride kullanılmakta olan elektrik yüklerinin önemli bir kısmı indüktif karakterlidir yani indüktif reaktif güç çekmektedirler. Bu indüktif reaktif gücü kompanse etmek amacı ile işletmelerde sayaçlardan sonra değişik kapasite değerlerinde kondansatör grupları bulunur. reaktif güç kontrol rölesi adı verilen cihazlar, sistemin ihtiyacı olan reaktif gücü belirler ve bu gücü kompanse edecek kapasite değerini sağlayacak kondansatör gruplarını devreye alır ya da fazlasını devreden çıkartırlar.

Şekil 2.1'de görülen en yaygın kullanılan kompanzasyon sistemidir. Zaman zaman çalışan ve duran elektrik motorları gibi indüktif yükleri temsil etmek amacı ile yük, Şekil 2.1'de değişken bir indüktans ve ona seri bağlı direnç ile temsil edilmiştir. Burada, reaktif güç kontrol rölesi ( RGKR ), sistemin güç katsayısını belirlenmiş sınırlar içinde tutar. Bu işlem için aldığı ölçüm sonuçlarına göre sisteme gerekli

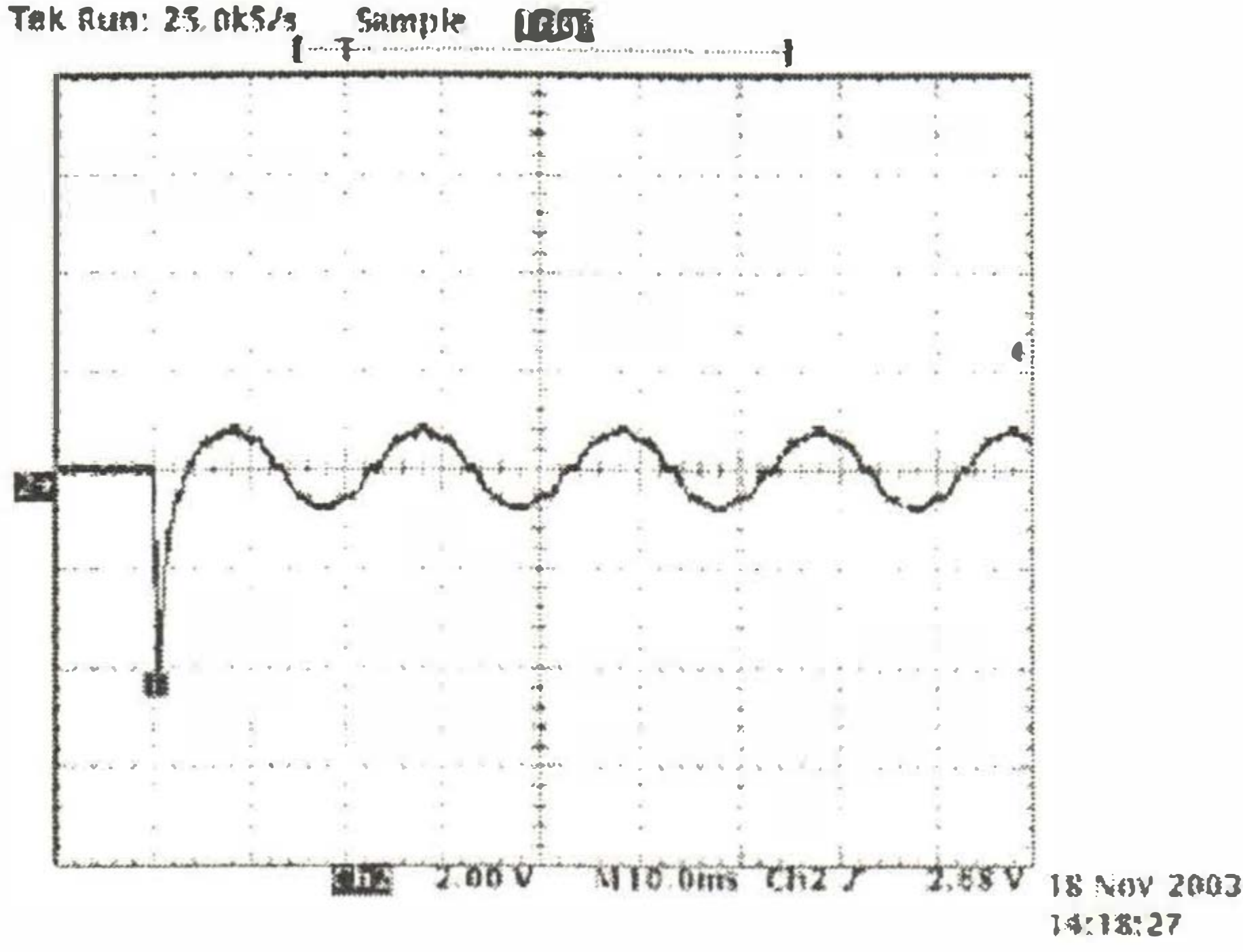
kapasitif reaktif gücü tayin ederek bu gücü sağlamak için kondansatör gruplarını tek tek devreye alıp çıkartır.



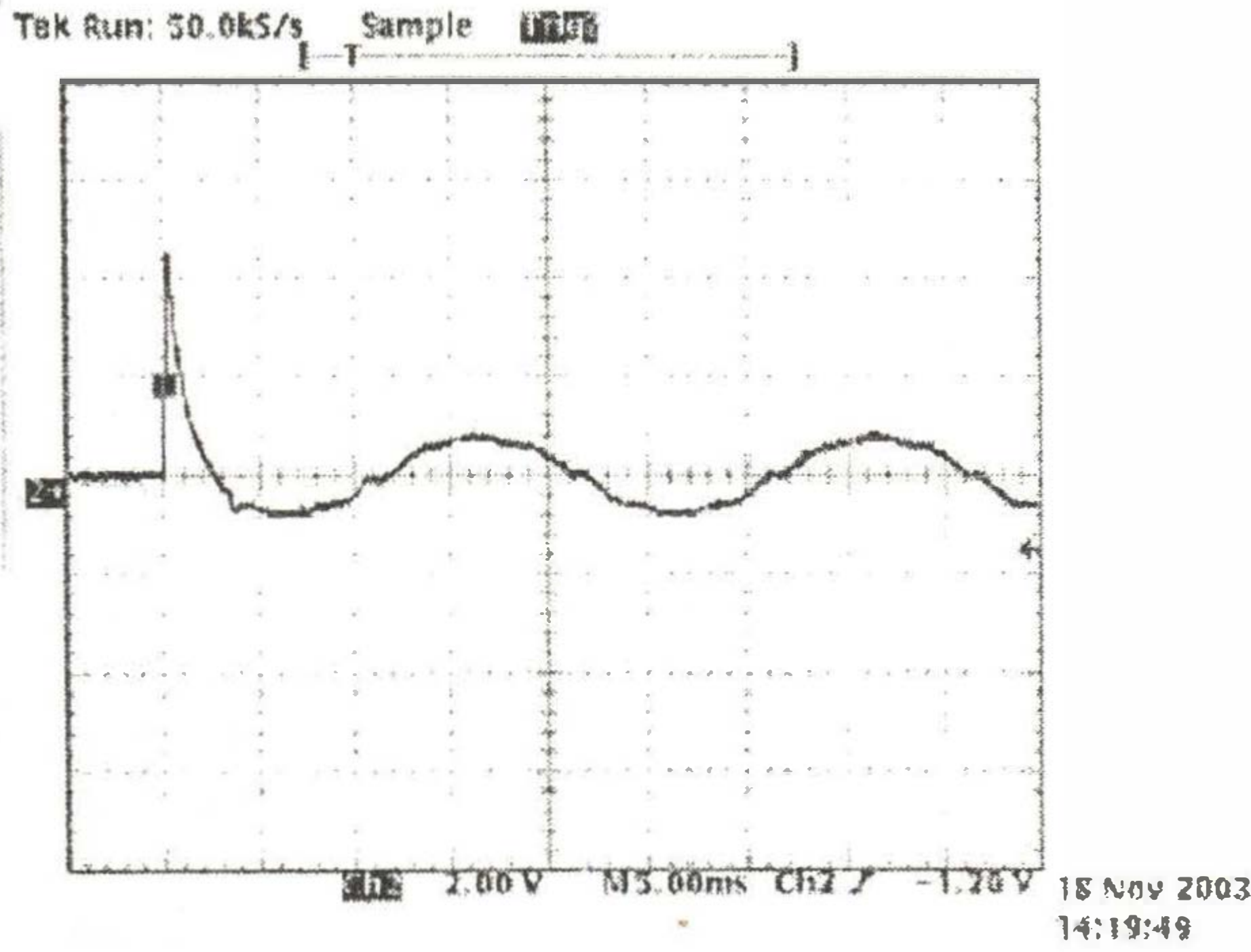
Şekil 2.1. Klasik kompanzasyon sistemi

Bu işlem, üçgen bağlı trifaze kondansatör gruplarına bağlanmış kompanzasyon kontaktörleri açılıp kapatılarak yapılır. Kompanzasyon kontaktörleri özel kontaktörlerdir ve üzerinde her faz için ikişer kontak bulundurur. Bu kontaklardan birer tanesi faza direnç üzerinden bağlanır. Dirençlerin bağlı olduğu bu kontaklar ana kontaklardan çok kısa bir süre önce kapanır. Bu şekilde kondansatörler ilk anda direnç üzerinden şebekeye bağlanmış olur. Çok kısa bir süre sonra kapanan ana kontaklar bu dirençleri kısadevre ederek kondansatörlerin şebekeye direkt bağlanmasını sağlar. Burada amaç kondansatörlerin devreye girme sırasında çektiği ani akımları sınırlamaktır. Kondansatörlerin içerisinde her ne kadar deşarj dirençleri mevcut ise de bunlar 100 K civarlarında olup 10 KVar'lık bir kondansatörü yaklaşık 2 dakika içinde boşaltabilmektedirler, oysa kompanzasyon sisteminde kondansatörlerin devreye girip çıkmaları saniyeler mertebesinde olmaktadır. Bu durumda kontaktör açılıp kondansatör devre dışı bırakıldığında kapasite üzerinde oluşan gerilim ile tekrar devreye girmesi anında kapasite üzerine gelecek gerilim arasında büyük farklar meydana gelir. En kötü durum için şu basit hesaba yapabiliriz: Üç fazlı bir sistemde tepe gerilim  $380\sqrt{2}=535,8$  Volttur. Bu durumda tepeden tepeye gerilim 1071,6 volt olacaktır. Kontaktörün +535,8 voltta açılıp -535,8 voltta tekrar kapandığını düşünürsek kondansatörün iç direnci üzerinde 1071,6 voltluk bir potansiyel fark oluşacaktır ve bu da çok yüksek bir ani akımın üzerinden akmasına neden olacaktır. Bu en kötü durumun oluşma ihtimali düşük olsa da buna benzer aşırı akımlara uygulamada sıklıkla rastlanır. Bu tür aşırı akımlar hem kontaktörlerin kontaklarının ömrünü hem de kullanılan kondansatörlerin ömrünü önemli ölçüde kısaltacaktır. Şekil 2.2 ve Şekil 2.3'teki iki osilogramda kompanzasyon kontaktörü ile çeşitli t anlarında devreye alma sırasında ortaya çıkan aşırı akımlar gösterilmiştir. Bu osilogramlar yaklaşık 200uF'lık bir kapasitenin 220 voltta kompanzasyon kontaktörü ile devreye alınması sırasında kaydedilmiştir. Sürekli akımın etkin değeri yaklaşık 13 A civarındadır. Ani akım ise osilogramdan

görüldüğü üzere 100 A civarlarına anlık olarak çıkmaktadır. Böyle bir ani akım önemli sakıncalar meydana getirir.



Şekil 2.2. Kompansasyon kontaktörü ile devreye alınan kondansatörün akım dalga şekli



Şekil 2.3. Kompansasyon kontaktörü ile devreye alınan kondansatörün akım dalga şekli

Bu kompanzasyon yöntemi daha önce de belirtildiği gibi en yaygın olarak kullanılan kompanzasyon yöntemidir. Kapasiteler genellikle 5 adet, 7 adet ya da 12 adet grup halinde bulunurlar. Bu gruplar Reaktif Güç Kontrol Rölesinin kontrolünde kompanzasyon kontaktörleri ile devreye alınıp çıkartılırlar. Fakat bu durumda da yukarıda açıklandığı gibi bu yöntemin bazı sakıncaları mevcuttur. Bu sistemdeki sakıncaların en önemli nedeni mekanik anahtarlama. Mekanik anahtarlamanın neden olduğu olumsuz etkiler şöylece sıralanabilir:

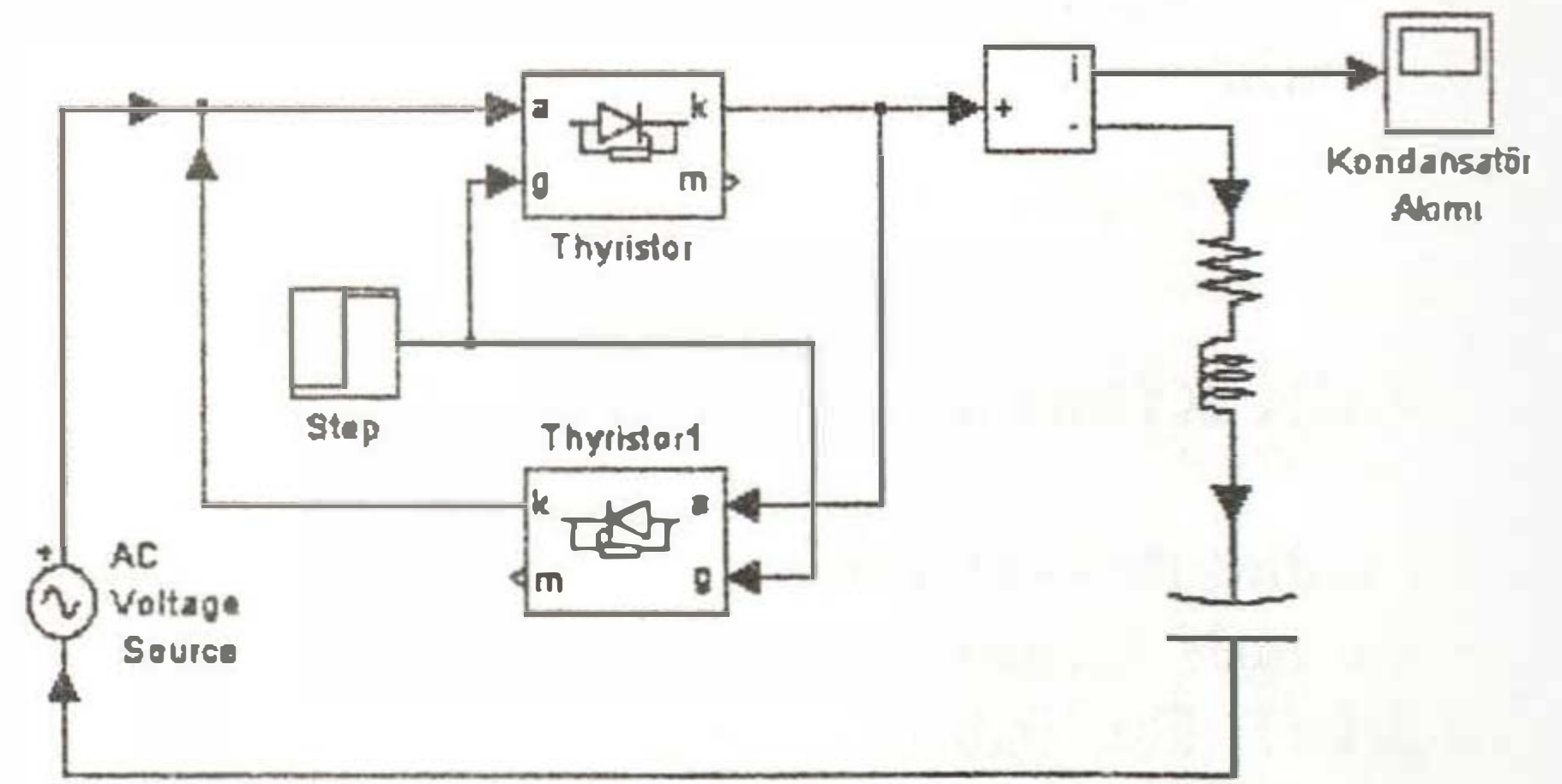
- Kontaklarda aşınma meydana gelir ve mekanik parçaların ömrü kısadır.
- Devrede aşırı akımlar meydana getirir bu da aşırı ısınmalara yol açar.
- Elektromanyetik gürültü kaynağıdır.
- Sesli çalışırlar.
- İndüktif akım çekerler.

- Tozdan ve nem gibi kötü çevre koşullarından etkilenirler.

Mekanik anahtarlamanın bu sakıncalarını ortadan kaldırmak amacı ile anahtarlama elemanı olarak çeşitli yarıiletkenler kullanılmaya başlanmıştır. Bu sayede önemli avantajlar sağlanmıştır.

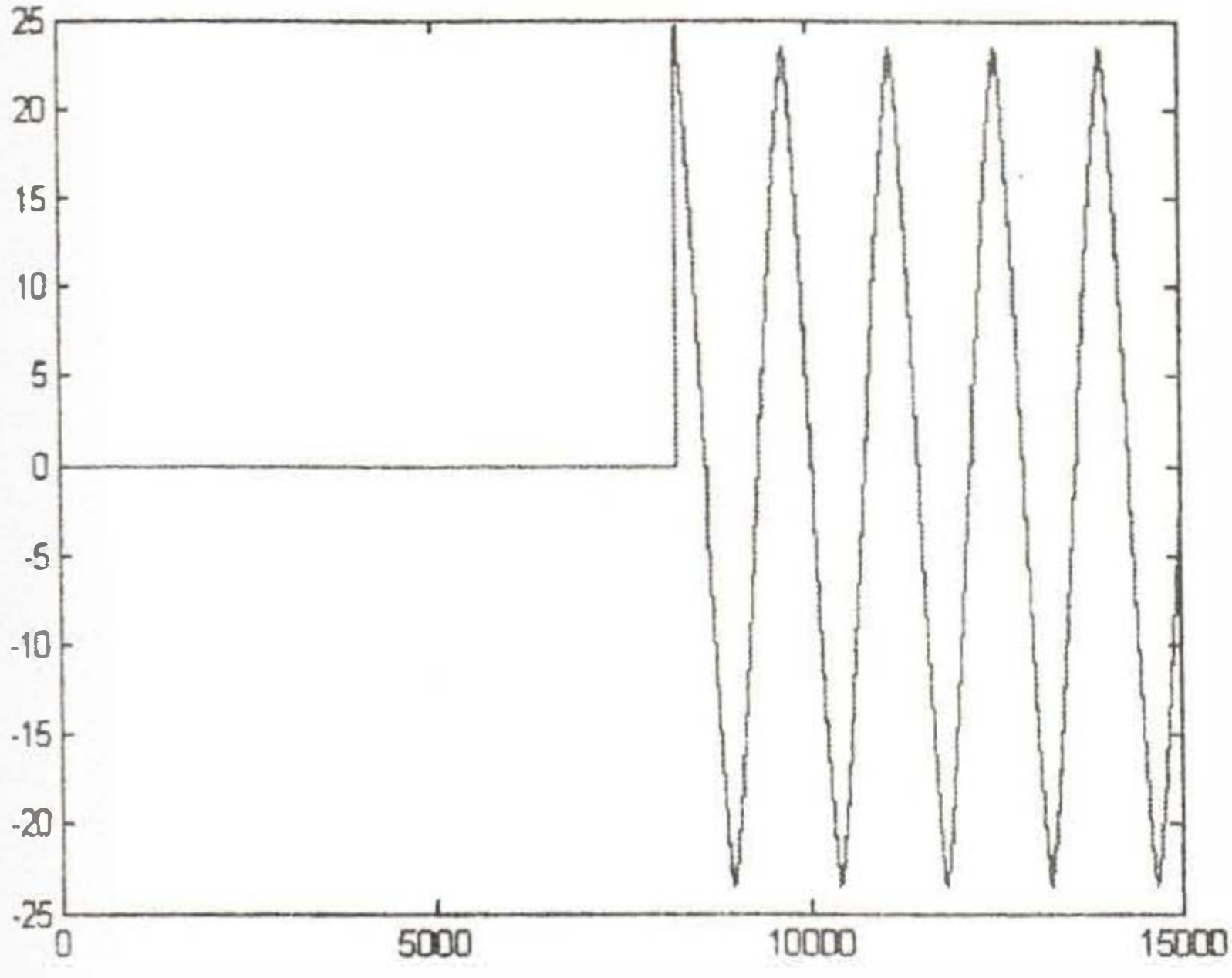
### III. TRİSTÖR ANAHTARLAMALI KONDANSATÖRLER

Tristör anahtarlama yöntemi, adından da anlaşılacağı üzere anahtarlama elemanı olarak kontaktör yerine tristör kullanılan kompanzasyon yöntemidir. Bu yöntemde elektromanyetik ve mekanik gürültü oluşmaması ve aşınma meydana gelmemesinin yanında çok önemli bir avantaj daha söz konusudur. Birbirine ters paralel bağlı iki adet tristörle bir kondansatör anahtarlanaacağı zaman kondansatör üzerine uygulanacak gerilimin sıfırdan geçme anı beklenir ve tam bu anda anahtarlama yapılır. Bunun nedeni, kondansatörün üzerindeki gerilimin her zaman sıfırdan başlaması ve bu sayede bir aşırı akım oluşmamasıdır. Kondansatör devreden çıkarıldıktan sonra da otomatik olarak devreye giren bir deşarj devresi tarafından kondansatör üzerindeki yük tamamen kısa sürede boşaltılır ki kısa bir süre sonra kondansatör tekrar devreye alınmak istendiğinde kondansatör üzerindeki gerilim sıfır olsun ve bir aşırı akım meydana gelmesin.



Şekil 3.1. Tristör anahtarlama kondansatör

Şekil 3.1'de kompanzasyon kondansatörünü sıfır geçiş anında devreye alabilen tristörlü bir yapı görülmektedir. Birbirine ters iki tristörün gerilimin sıfırdan geçiş anında tetiklenmesi ile  $V_{AK}$ 'sı sıfırdan büyük olan tristör iletme geçerek kondansatörü devreye almış olur. Devamında ise tristörün gate devresine sürekli tetikleme verildiği için tristörler sıra ile akım yönlerine göre iletme geçerek kondansatörün devrede kalmasını sağlar. Kapı tetikleme sinyali kesildiğinde ise kondansatör akımı sıfırdan geçtiği ilk anda tristörler de kesime gideceği için kondansatör de devreden çıkmış olur.



Şekil 3.2. Tristör ile anahtarlanan kondansatörün çektiği akımın dalga şekli

Şekil 3.2'de kondansatörün tristörler ile devreye alınması sırasında kondansatörden geçen akımın dalga şekli gösterilmiştir. Burada yapılan simülasyon gerçeğe oldukça uygundur. Görüldüğü gibi kondansatörler devreye girdiğinde herhangi bir aşırı akım oluşmamaktadır.

Kondansatörün devreden çıkartıldığı t anından itibaren kısa bir süre için devreye girip çıkacak olan basit bir deşarj devresi yardımı ile kondansatörler kısa bir süre içinde deşarj edilirse bir sonraki devreye alma işleminde yine herhangi bir aşırı akım oluşmaz. Tristörlerle yapılan anahtarlama akım tetikleme kesilse de akım sifıra gitmeden iletim durmayacağı için kondansatörün akımı sifıra gittiğinde ise üzerindeki gerilim negatif ya da pozitif tepe geriliminde olacaktır. Bu gerilim kısa sürede deşarj edilmez ise bir sonraki devreye alma işlemi sifirdan geçişte olsa da aşırı akım gözlenecektir.

#### IV. TRİSTÖR TETİKLEMELİ İNDÜKTANS

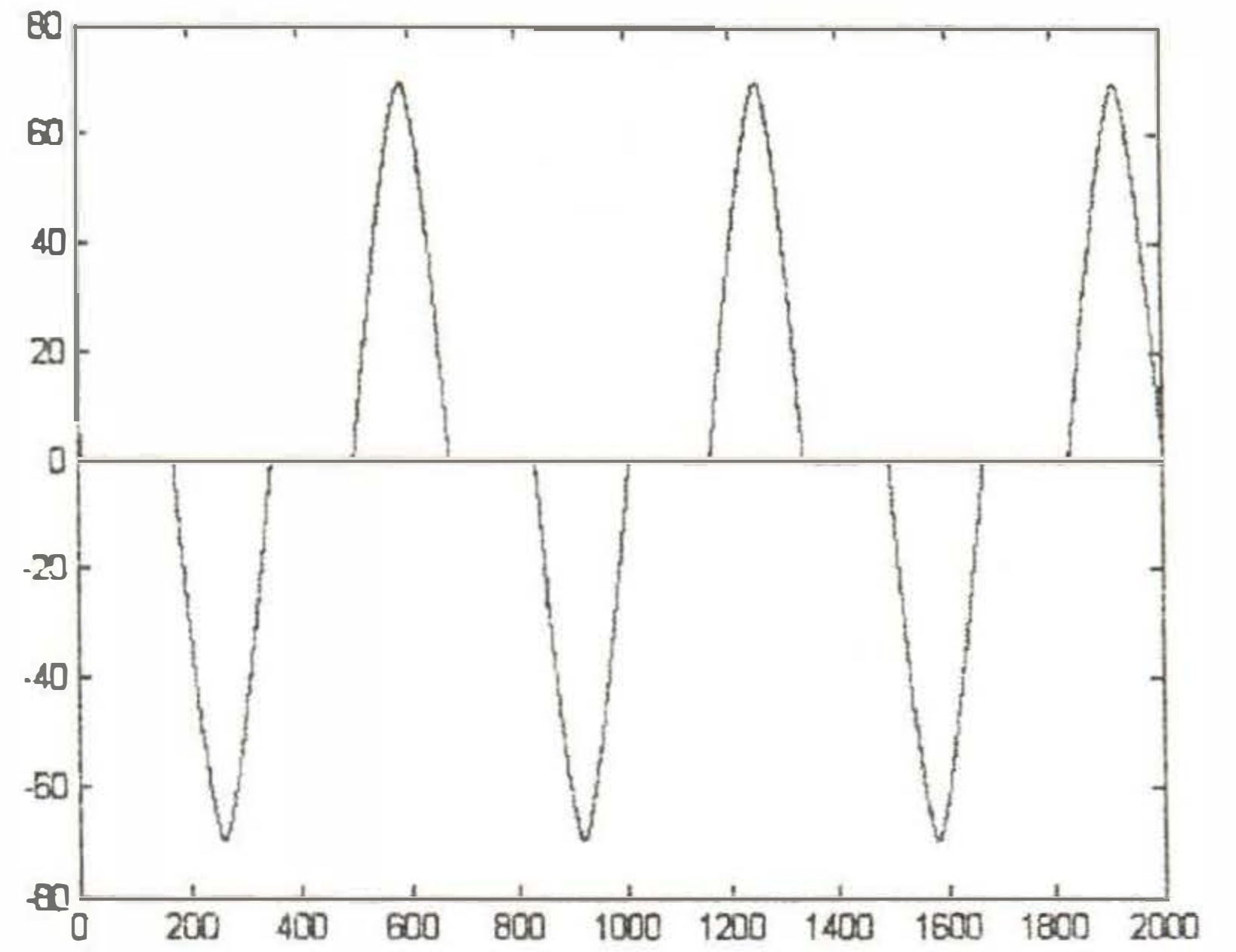
Güç elektroniği elemanları ile gerçekleştirilen kompanzasyon devrelerinde daha etkin bir yöntem olarak AC kıyıcı yöntemi uygulanmaktadır. Bu yöntemde, bir indüktansın AC kaynaktan çektiği akım tristörlerle kıyılarak etkin değeri değiştirilmek sureti ile çektiği reaktif güç değeri ayarlanır. Buna paralel bağlanmış bir kondansatör düşünüldüğünde devrenin tamamına **tristör kontrollü kapasitör** ismi verilmektedir. Burada güçleri birbirine eşit bir kapasite ve indüktans ( $Q_C = Q_L$ ) düşünülürse, indüktansın çekeceği akım değeri tristörler kullanılarak 0 ile maksimum değer arasında ayarlandığında, tüm devrenin vereceği kapasitif reaktif güç de  $Q_C$  değeri ile sifır arasında ayarlanmış olur.

Şekil 4.3'te Tristör Kontrollü Kapasitör devresine ait bir Matlab Simulink devre çizimi mevcuttur. Devrede sifır

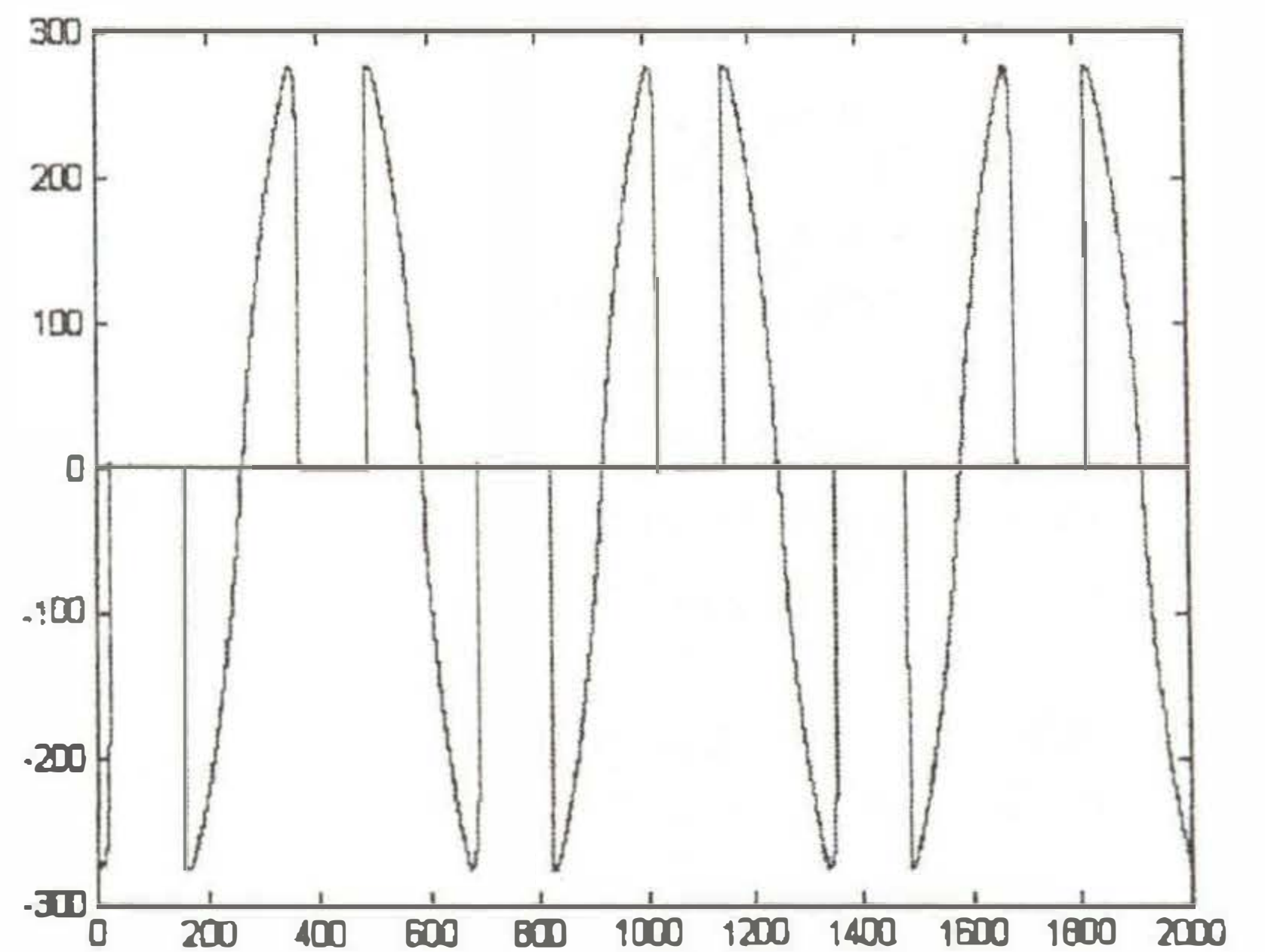
geçişlerini algılamak ve istenen açıda tetiklemeyi sağlamak için ilave yapılar da bulunmaktadır. Ayrıca devre kaynaktan çekilen aktif reaktif gücü izlemek için PQ ölçümü eklenmiştir.

Bilindiği gibi kıyıcılar gibi akım dalga şeklinin sinüs formunun dışına çıkarılması durumunda harmoniklerden bahsetmemek olanaksızdır. Burada da kompanzasyon yöntemi her ne kadar hassas ve etkin ise de en büyük dezavantaj olarak harmonik probleminden bahsedilmelidir. Şekil 4.3'teki devrede bir harmonik filtresi görülmektedir.

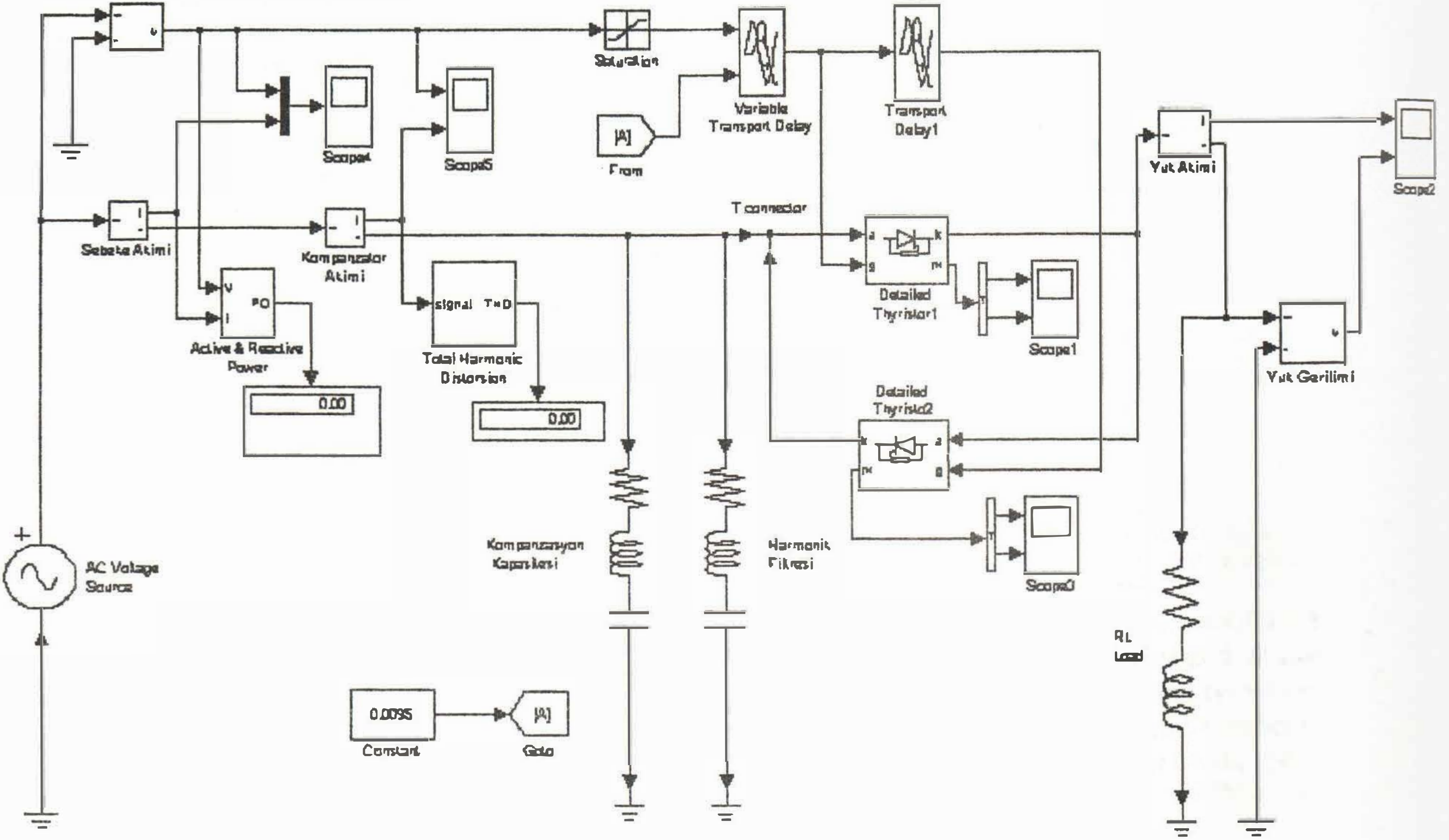
Şekil 4.1 ve Şekil 4.2'de, 117 derece tetikleme açısıyla çalışan kıyıcıya bağlı indüktansın üzerinden elde edilen akım ve gerilim dalga şekilleri görülmektedir.



Şekil 4.1. Tristör tetiklemeli indüktans akım dalga şekli



Şekil 4.2. Tristör tetiklemeli indüktans üzerindeki gerilim dalga şekli



Şekil 4.3. Tristör tetiklemeli indüktans yönteminin MATLAB-SIMULINK benzetimi

## V.SONUÇ

Çektiği aktif ve reaktif güçlerin sürekli değişim gösterdiği ark ocakları, haddehaneler gibi yüklerin reaktif güç ihtiyacını karşılamak için statik reaktif güç Kompansasyon sistemlerinin kullanılması kaçınılmazdır.

Statik VAR sistemlerinin kaçınılmaz olarak kullanılmasının yanında klasik kompanzasyon sistemlerinin alternatifi olarak kullanılması da işletmelere bir çok fayda sağlayacaktır. Teknolojinin ilerlemesi ile güç elektroniği elemanlarının fiyatları düşecek ve statik VAR sistemleri küçük işletmeler içinde ekonomik bir çözüm haline alacaktır.

Bu çalışmada, klasik kompanzasyon sistemlerinin çalışması simülasyon yardımı ile açıklanmış ve mevcut dezavantajlarına değinilmiştir. Ayrıca alternatif olarak sunulan statik VAR sistemlerinin çalışması da açıklanmış, sisteme ait bir simülasyon devresi verilmiş ve üzerinden elde edilen eğriler gösterilmiştir.

## KAYNAKLAR

- [1].BAYRAM M., Prof. Dr., Kevvetli Akım Tesislerinde Reaktif Güç Kompanazasyonu, Birsen Yayınevi, İstanbul 2000
- [2].UZUNOĞLU M., Yrd. Doç. Dr., Her Yönü ile Matlab, Türkmen Kitabevi, İstanbul 2003
- [3].ÖZDEMİR A., Elektrik Yüksek Müh., Reaktif Gücün Hızlı Değişen Olaylarda Yapay Sinir Ağı ile Kontrolü, Doktora Tezi, İstanbul 1997
- [4].GÜLGÜN R., Prof. Dr., Güç Elektroniği, Yıldız Teknik Üniversitesi Basım-Yayın Merkezi, YTÜ.EL-99.0457, İstanbul 1999
- [5].GÜRDAL O., Doç. Dr., Güç Elektroniği ( Analiz, Tasarım, Simülasyon ), Nobel Yayın Dağıtım, Ankara 2000
- [6].ARİFOĞLU U., Doç. Dr., Güç Sistemlerinin Bilgisayar Destekli Analizi, Alfa Yayınları, Sakarya 2002