

ÖZET

ASENKRON TİPİ JENERATÖRLERE YÖNELİK SİMETRİK VE ASİMETRİK ARIZALARA KARŞI KONTROL VE KORUMA SİSTEMİ

5

10

Mevcut buluş, simetrik ve asimetrik arızaları kontrol etmeye ve bunlara karşı korumaya yönelik olarak çift yüklü asenkron tip jeneratörlere yönelik simetrik veya asimetrik bir arıza halinde şebekeye bağlı kalan, başlangıç darbesini emen ve arojeneratör kontrolünü sağlayan bir sistemle ilgilidir. Bu şekilde mevcut buluş arıza durumlarında aktif ve reaktif güç teminine ilişkin şebeke gerikazanımını desteklemesi amaçlanan çeşitli değişik şebeke bağlantısı standartlarının ihtiyaçlarını karşılamaktadır.

İSTEMLER

1. Simetrik ve asimetrik arızalar halinde çift beslemeli asenkron jeneratörlere yönelik olarak statörü şebekeye bağlı olan ve

- trifaze invertör (2),
- DC BUS ile oluşturulan ve invertörü (2) bağlama işlevini yerine getiren bir ara konverter devresi (3),
- trifaze redresör (1),
- pasif manivela (5),
- simetrik ve asimetrik arızalar sırasında jeneratör (7) kontrolünü sağlamaya ve enerji şebekesinden bağlantısının kesilmesini engellemeye ilişkin bir kontrol ünitesi bloku (6)
- sistemi bileşeni parçalarını yönetmeyle sorumlu bir merkezi kontrol ünitesi (8) ihtiva eden bir kumanda ve koruma sistemi **olup,**

özelliği;

merkezi kontrol ünitesinin (8) iki akım ayar noktası (Sp_lrot_d, Sp_lrot_q) üretmeye yönelik iki güç döngüsü ile ilgili akım ayar noktasından (Sp_lrot_d, Sp_lrot_q) jeneratör rotoruna yönelik gerilim ayar noktalarının (Sp_Vd, Sp_Vq) üretilmesine yönelik iki akım döngüsü ihtiva eden programlanmış kontrol aracı içermesi, her bir güç döngüsünün bir güç regülatörü (PI) (9, 11) ihtiva etmesi ve her akım döngüsünün bir akım regülatörü (PI) (10, 12) ihtiva etmesi, söz konusu merkezi kontrol ünitesinin (8) jeneratör mıknatıslama akışındaki osilasyonları söndürmek üzere konfigüre edilmesi, söz konusu kontrol araçlarının her akım regülatörü çıkışında karşı fazda bulunan ve bir arızanın neden olduğu mıknatıslama akımında görülen osilasyonlara orantılı bir terim eklenmesini içermesidir.

2. İstem 1'e göre asenkron jeneratörlere yönelik simetrik ve asimetrik arızalar halinde kontrol ve koruma sistemi **olup,**
özelliği; merkezi kontrol ünitesinin (8) bir asimetrik

arızayı tespit etmek üzere akım regülatörlerinin çıkışına uygulanan 2*Statör frekansına (Fs) (15, 16) ayarlanan bir filtre ihtiva eden bazı kontrol araçları içermesidir.

3. İstem 2'ye göre asenkron jeneratörlere yönelik simetrik ve
5 asimetrik arızalar halinde kontrol ve koruma sistemi olup, özelliği; merkezi kontrol ünitesinin (8), kontrol bloku (6) başlangıç enerjisini absorbe ettiğinde söz konusu koşullardan herhangi birinin meydana gelmesi halinde hesaplama gerçekleştiren ve

$$1 - \frac{V_r}{V_s} < \text{Faktör veya } 1 - \frac{V_r}{V_t} < \text{Faktör veya } 1 - \frac{V_s}{V_t} < \text{Faktör}$$

arızanın asimetrik olduğunu dikkate almaya karar veren program araçları barındırmasıdır.

4. İstem 1'e göre asenkron jeneratörlere yönelik simetrik ve
15 asimetrik arıza kontrol ve koruma sistemi **olup, özelliği;** girişi rotor akımı, stator akımı ya da akış akımı olan, çıkışının ise kontrol blok aktivasyonu yoluyla başlangıç enerjisi absorpsiyon süresini minimuma indirme amacıyla akım regülatörlerinin çıkışına eklenen ya da buradan çıkarılan
20 bir filtre ya da kazançlı bir kompleks düzenli sistem içeren kontrol araçları ihtiva etmesidir.

5. İstem 4'e göre asenkron jeneratörlere yönelik simetrik ve
asimetrik arızalara ilişkin kontrol ve koruma sistemi **olup, özelliği;** söz konusu sistemin sabitlenebilen, sistemin
25 elektrik parametrelerine dayalı ya da değişken bir kazanç içermesidir.

6. İstem 4 veya 5'e göre asenkron jeneratörlere ilişkin
simetrik ve asimetrik arızalara yönelik kontrol ve koruma
sistemi **olup, özelliği;** mevcut sistemin enerji geçici
30 absorpsiyon süresini minimuma indiren ve böylece jeneratör kontrolünün konvertör anma akımının üzerinde geri alındığı bir kontrol mekanizması ihtiva etmesidir.

7. İstem 6'ya göre asenkron jeneratörlere yönelik simetrik ve
asimetrik arızalara ilişkin kontrol ve koruma sistemi **olup, özelliği;** söz konusu kontrol mekanizmasının Alçak Geçirimli,
35

Yüksek Geçirimli, Bant Geçirimli tipte filtreye veya kompleks yapı transferi fonksiyonuyla oluşturulmasıdır.

8. İstem 1'e göre asenkron jeneratörlere yönelik simetrik ve asimetrik arızalara ilişkin kontrol ve koruma sistemi **olup, özelliği**; mevcut sistemin mevcut regülatörleri uygulayan gerilim ayar noktalarına uygulanan ve asimetrik arızalar sırasında kalıcı kontrol sağlamak üzere tasarlanan bazı kontrol araçları ihtiva etmesidir.

9. İstem 1'e göre simetrik ve asimetrik arızalar halinde kontrol ve koruma sistemi **olup, özelliği**;

a) pasif manivelaya (5) bağlı bir kontrol bloku (6) mevcut olması, bu blokun bir arıza meydana geldiğinde başlangıç enerjisi absorpsiyonunu kontrol etmesi, söz konusu kontrol blokunun ise

a₁) jeneratör (7) rotorunu kısa devre yaptırmaya yönelik direnç cihazları (R),

a₂) söz konusu direnç cihazlarını kontrol etmeye yönelik bir kesme fonksiyonuyla elektronik cihazlar (Q) ihtiva etmesidir.

10. İstem 1'e göre simetrik ve asimetrik arızalar halinde kontrol ve koruma sistemi **olup, özelliği**;

kontrol ünitesinin (8) en az şu elektrik değişkenlerini yakalamaya ilişkin araçlar: şebeke gerilimi, rotor akımı, jeneratör (7) stator akımı, ara devre (3) gerilimi, pasif manivela (5) gerilimi, kontrol ünitesi bloku (6) değişkenleri ile söz konusu elektrik değişkenlerinin önceden belirlenen çalışma sınırları dışına çıkması halinde rotor geriliminin, rotor akımının konvertör ara devresine (3) hareketine olanak veren bir değere ulaşmamasını sağlamak üzere direnç cihazlarının (8) etkinleştirilebilmesini sağlayan araçlar içermesidir.

11. İstem 1 ila 10'a göre çift beslemeli asenkron jeneratörlere yönelik simetrik ve asimetrik arızalara ilişkin kontrol ve koruma sistemi **olup, özelliği**; kontrol ve koruma sisteminin

ilaveten kontrol ünitesi blokunu (6) yönetmeye yönelik bağımsız bir kontrol ünitesi ihtiva etmesidir.

TARİFNAME

ASENKRON TİPİ JENERATÖRLERE YÖNELİK SİMETRİK VE ASİMETRİK ARIZALARA KARŞI KONTROL VE KORUMA SİSTEMİ

5

BULUŞUN AMACI

Mevcut buluş, şebeke arızaları halinde bir rüzgar çiftliğinin parçasını oluşturan rüzgar türbinlerinde kullanılan tipte çift beslenen asenkron jeneratörlere yönelik kontrol ve koruma
10 sistemiyle ilgilidir.

BULUŞUN GEÇMİŞİ

Son birkaç yıldır elektrik şebekesine bağlı rüzgar türbinlerinin ve rüzgar çiftliklerinin sayısı, büyük ölçüde artış
15 göstermiştir. Bu nedenle şebeke operatörleri, konusu makinelere yönelik asenkron jeneratörlerin bağlantısının kesilmesini ve şebeke destabilizasyonunu engellemek üzere simetrik ve asimetrik arızalar halinde karşılanacak bir dizi işletme gereksinimi tanımlayan söz daha katı talepler oluşturmuştur.

20

Çift beslemeli makinelerin, arızanın asimetrik ya da asimetrik olmasına dayalı olarak farklı davranış sergilediğinin gözlemlenmesi önemlidir. Şebeke gerilim düşüşleri sırasında, konvertör aşırı akım koruması, söz konusu konvertör
25 bağlantısının kesilmesine neden olur çünkü konvertör, statördeki kısa devrenin bir sonucu olarak rotora uygulanan akımı kontrol edemez. Ancak, akımın konvertörün serbest diyotlarından geçtiği, ara devredeki (3) BUS geriliminin artmasına neden olduğu ve konvertör bileşeni parçalarını riske attığı göz önüne
30 alındığında söz konusu bağlantı kesintisi sistemi korumaya yeterli değildir. Dolayısıyla, konvertörü korumak için rotor kısa devre yaptırılır ve jeneratörün, şebeke bağlantısı kesilir.

Asimetrik arızalarla ilgili olarak söz konusu problem, konvertör
35 koruyucu cihazlarının aktivasyonu sonucunda jeneratör gücünü

regüle etmeyi imkansız hale getiren akım osilasyonlarının kalıcı olarak görünmesinin sonucu olarak ağırlaşır. Kontrol mekanizmasının, asimetrik arıza halinde jeneratörü (7) regüle etmeye devam etmek için regülasyon sistemine dahil edilmesi gerekir. Mevcut buluş konusu olan bu mekanizmalar olmadan jeneratör (7) nihayetinde şebekeden ayrılır. Mevcut buluşun konusu olan bu kontrol mekanizmaları bölüm 7'de açıklanmaktadır (asimetrik ve simetrik arızalar sırasında sistem kontrolü).

10 Dolayısıyla kontrol ve regülasyon sisteminin arıza tipolojisini dikkate alması gerekir. Halihazırda simetrik arızaların oluşturduğu sorunla başa çıkmaya yönelik çeşitli çözümler mevcut olup, bunların bazıları WO 03/065567, WO 2004/067958, WO 2004/091085 ve WO 2005/015730 sayılı dokümanlarda

15 gösterilmektedir. J. MORREN ve ark.: "Ridethrough of Wind Turbines with Doubly-Fed Induction Generator During a Voltage Dip", IEEE TRANSACTIONS ON ENERGY CONVERSION, cilt 20, no. 2,1 Haziran 2005 (2005-06-01), sayfa 435-441'de bir çapraz çubuk kullanılarak simetrik ve simetrik olmayan şebeke arızalarının

20 giderilmesi ve kontrol şemasıyla doğal sönümlendirme işlemi açıklanır.

Ancak, farklı kural ve mevzuat gerekliliklerine dayalı olarak asimetrik arızaların neden olduğu sorunları çözen her şey dahil

25 bir çözüm mevcut değildir (iki faz veya monofaze).

BULUŞUN AÇIKLAMASI

Mevcut buluş, ekli istemlerde tanımlanmıştır.

30

ŞEKİLLERİN AÇIKLAMASI

Mevcut buluş amacının daha iyi anlaşılması için buluş amacının temel prensibini göz ardı etmeyen önemsiz değişiklikler

35 içerebilen, tercih edilen pratik düzenlemeyi gösteren çizimler

sağlanmıştır.

Şekil 1, jeneratör, konvertör ve şalt tesisleriyle oluşturulan üniteyi göstermektedir. Farklı bileşen parçaları aşağıdaki gibidir:

6 şalterden oluşan trifaze invertör (normalde IGBT'ler)

DC BUS ile oluşturulan ve redresörle invertörü bağlama işlevi gören ara Konvertör devresi. Belirli bir değerde ara devre gerilimini sağlamakla yükümlü 6 şalterden oluşan trifaze redresör.

Yukarıda belirtilen unsurlarla mevcut buluş amacı olan unsuru kontrolden sorumlu Merkezi Kontrol Ünitesi (CCU).

Asimetrik arızalar sırasında jeneratörün, pasif güvenlik aracı olarak manivelanın kontrolünü sağlayabilmek üzere her şey dahil kontrol ve regülasyon sisteminin parçası olarak kontrol bloku

Statörü, şebekeye bağlı; rotoru ise trifaze invertörle kontrol edilen çift beslemeli asenkron jeneratör.

Kritik sistem bileşenlerini etkinleştirmek ve izole etmek için gerek duyulan cihazlar ihtiva eden şalter (kontaktörler, bölücüler, ön yüklü dirençler vb.).

Şekil 2, asenkron makineye yönelik iki eksenli referans sistemde (D, Q) statör olarak bilinen eş değer devreyi göstermektedir.

Şekil 3, trifaze düşüşü sırasında makine akımının değerlendirmesini göstermektedir. Söz konusu değerlendirme iki referans sistemi halinde gösterilmektedir (Eksen Q, D ve Eksen ALFA, BETA).

Şekil 4, sabit iki eksenli referans sistemdeki (ALFA, BETA) ve hareketli iki eksenli referans sistemdeki (D, Q) gerilim vektörünü göstermektedir.

5 Şekil 5, şekil 6'ya göre başlangıç enerjisi absorpsiyonunun gerçekleştirildiği donanımı göstermektedir. Söz konusu donanım dört daldan oluşur. Her dal, bir dirençten ve bu durumda IGBT olan bir yarı iletken den oluşur.

10 Şekil 6, kontrol bloku aktivasyon durumlarını, her dirence ilişkin aktivasyon sürelerinin ayarlanmasını göstermektedir.

Şekil 7, kontrol sisteminin d, q eksenlerindeki regülasyon döngülerini göstermektedir. Her döngü, bir akım regülatörüyle (PI) ve bir güç regülatörüyle (PI) oluşturulur. Regülatör sonuçları, d ve q eksenlerinde çıkış gerilimi ayar değerleridir.

Şekil 8, doğrudan trifaze sistemi göstermektedir.

20 Şekil 9, ters yönde trifaze sistemi göstermektedir.

Şekil 10, homopolar trifaze sistemi göstermektedir.

BULUŞUN AÇIKLAMASI

Aşağıda mevcut buluşun kısıtlayıcı olmayan örneği
25 açıklanmaktadır.

Doğrudan sistemin ve ters yönlü sistemin açıklama genelinde kullanılacağı dikkate alındığında, her türlü trifaze sisteminin toplamda üç adet, dengeli trifaze sistemle gösterilebileceği
30 açıklanmalıdır: doğrudan, ters yönlü ve homopolar.

Doğrudan sistem (Şekil 8):

Aynı genlikte vektörler

120° faz kaymalı vektörler

35 Vektörler, bir gözlemcinin sabit durarak vektörlerin aşağıdaki

sırayla geçtiğini görebileceği şekilde ayarlanır: V1, V2, V3.

Ters yönlü sistem (Şekil 9):

Aynı genlikte vektörler

120° faz kaymalı vektörler

- 5 Vektörler, bir gözlemcinin sabit durarak vektörlerin aşağıdaki sırayla geçtiğini görebileceği şekilde ayarlanır: V1, V3, V2.

Homopolar sistem (Şekil 10).

Aynı genlikte vektörler

- 10 Fazda, bir gözlemcinin sabit durarak vektörlerin eş zamanlı geçtiğini görebileceği şekilde ayarlanır.

Şebekeye bağlı bir asenkron jeneratörün (7) statöründeki ani gerilim değişimi, statör akışına, rotor akışına ve rotor gerilimine ilişkin değerlerin güçlü değişkenler geçirebileceği ve bağlı olduğu makineyle şebekenin gerilim düşüşünün ve elektriksel parametrelerinin şiddetine ve süresine dayalı olabilecek bir darbenin görünmesiyle sonuçlanabilir.

- 20 Asenkron makinenin (7) şebeke gerilim düşüşüyle karşılaşan mıknatıslanma dalı, akış sürekliliğini sağlamaya devam etmek üzere reaksiyon gösterir. Makine akışı anlık değişim göstermediğinden makine EMF'si (akım ve hıza orantılı) ve şebeke gerilimi arasında yalnızca kaçak empedansıyla sınırlanan ve
25 statörde aşırı akıma yol açan ani gerilim farkı mevcut olacaktır.

- Asenkron makine eş değer devresi, bir transformatörün (Şekil 2) eş değer devresine benzetilebilir ancak burada istisna olarak
30 asenkron makinesi söz konusu olduğunda sekonder sargı (rotor) dönen bir dinamik parça olup sinyal frekansı, dönüş hızının bir fonksiyonudur. Asenkron bir makinede statörle rotor arasında mevcut bağlantıya bağlı olarak tek tarafta oluşturulan akımlar, diğer taraftaki akım formunu etkileyecektir.

Rotor akımlarında gözlemlenen etkiler, arızanın simetrik veya asimetrik olup olmamasına dayalı değişiklik gösterecektir. Simetrik arızalara yönelik olarak makine mıknatıslaması, şebeke gerilim düzeyiyle belirli bir düzeye azaltılır ve söz konusu 5 mıknatıslama darbesi makinenin elektrik parametrelerine dayalı olacaktır. Bu darbe sırasında, sürekli bileşen statör akımlarında görülür ve buna makine mıknatıslığı giderme neden olur. Şebekedeki 50 Hz frekans bu bileşene uygulanır. Rotor 10 tarafında bu darbe rotor akımlarında ancak makine dönüş frekansına karşılık gelen bir osilasyonla görünür. Bu osilasyonların başlangıç büyüklüğü, düşüş derinliğine dayalı olacak ve nihayetinde belirli bir süre sonra sönümlenecektir. Şekil 3, trifaze düşüşü durumunda makine akımının 15 değerlendirmesini göstermektedir. 2 referans sistemi halinde gösterilmektedir (Eksen Q, D ve Eksen ALFA, BETA). Eksen Q, D ve ALFA, BETA, Şekil 4'te gösterildiği üzere tüm değişkenlerin atıfta bulunduğu eksenlerdir.

Simetrik düşüşlerde asimetri yoktur, dolayısıyla trifaze sistemi 20 büyüklükteki azalmayla bozulmasına rağmen dengelenmeyi sürdürür. Bu şekilde ters yönlü sekans (şekil 9) ve homopolar sekans (şekil 10) ile sistem yalnızca pozitif sekans (şekil 8) içerecektir.

25 Diğer yandan asimetrik arızalara ilişkin olarak bozulan trifaze sistem, bir asimetriyi gösterir ve bu da pozitif sekansa ilaveten arıza tipine ve sistem bağlantılarına (nötr ve topraklı) dayalı bir negatif sekans ve ayrıca bir homopolar sekans olması anlamına gelir. Şekil 4, ω_s hızda saat yönünün 30 tersine dönen bir vektörle (V^+) pozitif sekansı gösterir. Negatif sekans, aynı hızda ancak karşı tarafa doğru (saat yönü) dönen başka bir vektörle gösterilir (V^-). Bu şekilde pozitif vektörle (V^+) dönen referans sistemi tarafında bulunan bir gözlemci, negatif vektörün (V^-) $2\omega_s$ hızda döndüğünü görecektir. 35 Negatif sekans vektör büyüklüğü, pozitif referans sistemi (D^+ ,

Q+) eksenlerine yansıtılacağından bu, pozitif vektörün D+ ve Q+ eksenlerindeki (Şekil 4) projeksiyonun, baz büyüklüğe eklenebilecek $2\omega_s$ frekansta osilasyon göstermesine neden olur. Negatif referans sistemdeki (D-, Q-) bir gözlemci için de mantık aynıdır.

Dolayısıyla her arıza tipine yönelik etki farklıdır.

Diğer taraftan şebeke geriliminde düşüş olması halinde ve düşüş tipolojisinden bağımsız olarak başlangıç darbesi oluşturulmakta olup, bu da jeneratör mıknatıslığının giderilmesine (7) yol açar. Rotor akımları, konvertörün (2) maksimum akımı altında bir değere ulaştığında (makine mıknatıslanmasının şebeke gerilim düzeyiyle tanımlandığı an), jeneratör güç kontrolü geri kazanılır.

Dolayısıyla, proses iki duruma bölünür:

Başlangıç enerji darbesinin absorpsiyonu (Durum 1)

Asimetrik ya da simetrik arızalar barındıran sistemin kontrolü (Durum 2).

Başlangıç enerji darbesinin absorpsiyonu.

Bu enerjinin konvertör yönünde (1, 2) akmamasını sağlamak üzere rotor akımlarının hafifletilmesinin gerektiği birinci durumdur. Bu amaçla rotor, oluşturulan darbenin kontrol edilmesine olanak veren dirençler (Şekil 5'teki R_1, R_1, R_2, R_3, R_4) aracılığıyla kısa devre yaptırılır. Şekil 6'da tanımlanan söz konusu dirençlerin kontrolü, rotorda manivelayla (5) DC veri yolu (3) arasında oluşabilecek kontrolsüz akımlara bağlı olarak konvertörü (1, 2) riske atabilen aşırı gerilimler kesinlikle olmayacak şekilde olmalıdır.

Şekil 5'te gösterilen sistem, bağımsız olarak kontrol edilen dirençlerin 4 dalını ihtiva eder (R1, R2, R3, R4). Dirençler, rotor geriliminin rotordan konvertör ara devresine akım sirkülasyonuna olanak veren bir değer aşmayacağı şekilde kontrol edilmelidir.

Sistem, jeneratör rotoruna bağlı bir diyot redresörü ihtiva eder. Redresör gerilimi, kontrol blok gerilimi olarak ifade edilir. Kontrol blok gerilimi, dirençler (R1, R2, R3, R4) ve şalterler (Q1, Q2, Q3 ve Q4) tarafından oluşturulan 4 dalda görünen gerilimdir. R1, R2, R3 ve R4 başlangıç darbesi sırasında kontrolü gerçekleştirmek için kullanılan dirençlerdir. Söz konusu dirençlere yönelik değer ve güç kapasitesi, bunların dayanması gereken çalışma döngülerine ve kontrol blokuyla ilgili jeneratöre dayalıdır. V1, V2, V3 ve V4 dirençlere paralel diyotlar olup, aşırı gerilimlere karşı koruyucu cihazlar olarak işlev görür.

Şekil 5'te gösterilen sistem, direnç dallarına paralel birtakım pasif koruyucu cihazlar içerir. Bu cihazlar, kontrol blok gerilimi belirli bir değerın üzerine çıktığında etkinleştirilen varistorlar olabilir.

Ayrıca redresör kombinasyonlarının her birinin farklı durumlarını kontrol etmek (şekil 6) üzere kontrol blok gerilimine ve akımına yönelik birtakım ölçüm cihazları barındırır.

Her bir dalın farklı şalterlerinin (Q1, Q2, Q3, Q4) kontrolü, gerekli kontrol sinyallerini alan ve frekans konvertörünü (1,2) yöneten merkezi kontrol ünitesinden (8) oluşturulur. Benzer şekilde, söz konusu şalterlerin kontrolü ayrıca invertör (2) ve redresör (1) tarafından oluşturulan frekans konvertörünü yöneten sistemden bağımsız olan bir kontrol sistemi aracılığıyla gerçekleştirilebilir. Söz konusu sistem, her bir şalteri kontrol

etmek için gerekli ölçüm sinyallerini alabilir.

Şebeke arızası olması halinde aşağıdaki büyüklükler izlenir ve kontrol edilir: Şebeke gerilimleri, Rotor akımı, Stator akımı, BUS (veriyolu) gerilimi, kontrol blok gerilimi ve dört dalı kontrol etmek için gereken değişkenler (şekil 5). Söz konusu değişkenlerden herhangi biri normal çalışma sınırlarının dışında olduğunda redresör dalları şekil 6'ya göre etkinleştirilir.

10 T1, T2, T3, T4, T5, T6 (şekil 6) zamanları, kontrol blok gerilimine, statör akımına, rotor akımına ve BUS gerilimine yönelik değerlerin evrimine dayalıdır.

15 T1, T2, T3, T4, T5, T6 (şekil 6) zamanları sabit değer zamanları olabilir ve bunların her biri farklı ya da aynı olabilir. Benzer şekilde eş değer redresörlerin her birinin oluşturduğu farklı durumlar (REQ1, REQ2, REQ3, REQ4, REQ5, REQ6) kullanılacak kontrol stratejisine dayalı olarak sayı ve değer açısından farklılık gösterebilir.

20 Rezistörlerin (R1, R2, R3, R4) kontrol stratejisi, son rezistörün deaktivasyonu sonrasında rotor geriliminin BUS ara devresine karşı herhangi bir akım sirkülasyonu olmayacağı şekilde olmalıdır. Asimetrik arızalara ve ayrıca simetrik arızalara yönelik olarak son duruma ilişkin çıkış koşulu karşılanmalıdır.

30 Rezistörlerin farklı dallarının aktivasyonu sırasında (şekil 5), trifaze invertör (2) değişmeyi durdurur ve dolayısıyla söz konusu konvertörün bir parçasını oluşturan IGBT'ler tetiklenmez. Redresör (1) ya da şebeke tarafı konvertör çalışmaya devam eder ve asimetrik arızalarla simetrik arızalara yönelik BUS geriliminin kontrolünü sağlar.

35 Asimetrik ve Simetrik arızalar sırasında Sistem Kontrolü

Yukarıda açıklandığı üzere simetrik ya da asimetrik düşüş halinde çakışan ve jeneratör rotor akımlarında osilasyonlar olarak görünen iki etki gerçekleşir. Şekil 7'de tanımlanan kontrol mekanizmaları (10) aşağıda açıklanmış olup, söz konusu mekanizmalar şekil 1'de tanımlanan sisteminin doğru kontrol edilmesi için CCU (8) tarafından uygulanır.

1. Kontrol sağlanması sonrasında darbenin rezidüel osilasyonunun sönümlenmesi.

Başlangıç etkisi, kısa devre sonucu olarak makinede (7) gerçekleşen osilasyondur; bu osilasyon jeneratör dönüş sıklığına karşılık gelir. Mümkün olan en kısa sürede söz konusu darbeyi baskılamak ve dolayısıyla mevcut mevzuat gerekliliklerine uyum sağlamak için akış osilasyonları (şekil 3), kontrol modelinde (şekil 7) bulunan sönümleme mekanizmaları (20) yoluyla sönümlenmelidir.

Söz konusu sönümleme mekanizmaları aşağıda açıklandığı gibidir:

iki eksen üzerinde gelişen asenkron makineye ilişkin denklemler şöyle özetlenebilir

$$V_{rd} = k(I_{rd}) + K_1 * L_{ms} * \frac{dI_{msd}}{dt} - (W_s - W)(K_1^2 L' fr * I_{rd} + K_1 * L_{ms} * I_{msd}) \quad (1)$$

$$V_{rq} = k(I_{rq}) + K_1 * L_{ms} * \frac{dI_{msq}}{dt} + (W_s - W)(K_1^2 L' fr * I_{rq} + K_1 * L_{ms} * I_{msq}) \quad (2)$$

burada K_1 , statör ile rotor arasında dönüşüm oranı olup, K rotor akımına orantılı bir terimi ifade eder.

Söz konusu sistemin bir taraftan rotor akımlarına dayalı olacağı, diğer taraftan ise jeneratör hızının bir fonksiyonu niteliğinde osilasyona sahip bir mıknatıslama akımına dayalı olacağı gözlemlenebilir. Dolayısıyla kontrol sistemi, söz konusu sistemi kontrol altında tutabilmek üzere söz konusu osilasyonları dikkate almalıdır.

Şekil 7’de gösterildiği üzere jeneratöre (7) kontrol sistemi sırasıyla iki akım döngüsüne dahil olan iki güç döngüsü ihtiva eder. Her döngü, iki güç PI (P, Q) (9 ve 11) ve iki akım (PI) (Id, I1) (10 ve 12) şeklinde dört PI regülatör mevcut olacağı şekilde oluşturulur. Güç regülatörleri, ‘d’ ve ‘q’ (şekil 4) eksenlerinde akım ayar noktaları (Sp_lrot_d, Sp_lrot_q) üretmekte olup, akım regülatörleri ‘d’ ve ‘q’ (şekil 4) eksenlerinde jeneratör rotoruna uygulanacak gerilim ayar noktalarını (Sp_Vd, Sp_Vq) üretir.

Dolayısıyla, söz konusu akış osilasyonlarını (şekil 3) söndürmek üzere, her akım regülatörü çıkışında karşı faza toplanan ve denklemlerin (1) (2) ikinci terimlerinde gösterilene orantılı olan, yalnızca mıknatıslama akımında (Şekil 7, 13. ve 14. nokta) görülen osilasyonları tasarlayan bir terim mevcuttur.

Bu şekilde konvertörün (2) maksimum akım düzeylerinde makine kontrolünün tekrar sağlanması ve diğer yandan yukarıda açıklanan durum (1) aktivasyon süresinin azaltılması mümkündür.

2. Osilasyonun arıza asimetrisine dayalı işlenmesi.

Sistem elektrik değişkenlerinde meydana gelen ikinci etki, fiili arızanın asimetrisinin sonucu olan osilasyondur. Yukarıda açıklanan etki, makine regülasyon açısından dikkate alınması gereken bir frekans osilasyonu $2 \cdot F_s$ (Şekil 4 NQ ve ND büyüklüğü) oluşturur. Mevcut bant genişliğinin yeteri kadar yüksek olmaması halinde söz konusu frekans regüle edilmemelidir. Ardından kontrol sistemi, söz konusu frekansı göz ardı eder ve sirküle izi verir.

Bu amaçla, aşağıdaki gereklidir: başlangıç aşaması, arıza asimetrisinin tespiti. Bu amaçla her faza ilişkin gerilim değerlerine dayalı olarak aşağıdaki hesaplama yapılır:

$$\left| -\frac{V_r}{V_s} < \text{Faktör veya} \right| -\frac{V_r}{V_t} < \text{Faktör veya} \left| -\frac{V_s}{V_t} < \text{Faktör} \right.$$

Bu koşullardan herhangi birinin gerçekleşmesi halinde arızanın asimetrik olduğu düşünülür. FAKTÖR değişkeni, arızanın asimetrik olarak dikkate alındığı ayarlanabilir bir değişkendir. Asimetri hesabı 1. durumda yapılmalıdır, böylece invertör, jeneratör kontrolünü tekrar alır ve söz konusu hesaplama önceden yapılmıştır.

10

Söz konusu hesaplama yapıldığında akım döngüleri (10, 12) söz konusu frekansları hesaba almamalıdır, bu amaçla $2 \cdot F_s$ 'ye ayarlanan filtre (15, 16) akım regülatörleri çıkışına uygulanmalıdır. Söz konusu filtre, üretilen arıza asimetrik olduğunda uygulanmalıdır.

15

Tarif edilen buluş, simetrik arızalar ve özellikle asimetrik arızalar halinde (iki fazlı ya da monofaze) asenkron jeneratörün kontrolünü korumaya ve muhafaza etmeye olanak vermek üzere her şey dahil bir çözüm sağlar.

20

TERİMLER LİSTESİ

V_{rd} = 'd' eksenine ilişkin makine rotor gerilimi. $k(I_{rd})$ - 'd' eksenine ilişkin rotor akımına dayalı sabit K_I = Orantılı sabit
 L_{ms} = Mıknatıslama endüktansı

25

$$\frac{d I_{msd}}{dt}$$

= Zamana ilişkin 'd' eksenine yönelik mıknatıslama akımı türevi.

$1/1/s$ = Senkronize açılı elektriksel hız

30

ω - Makine elektrik hızı

f_r = Rotor frekansı

F_s = Stator frekansı

I_{rq} = 'q' eksenine ilişkin rotor akımı.

I_{msg} = 'q' eksenine ilişkin mıknatıslama akımı.

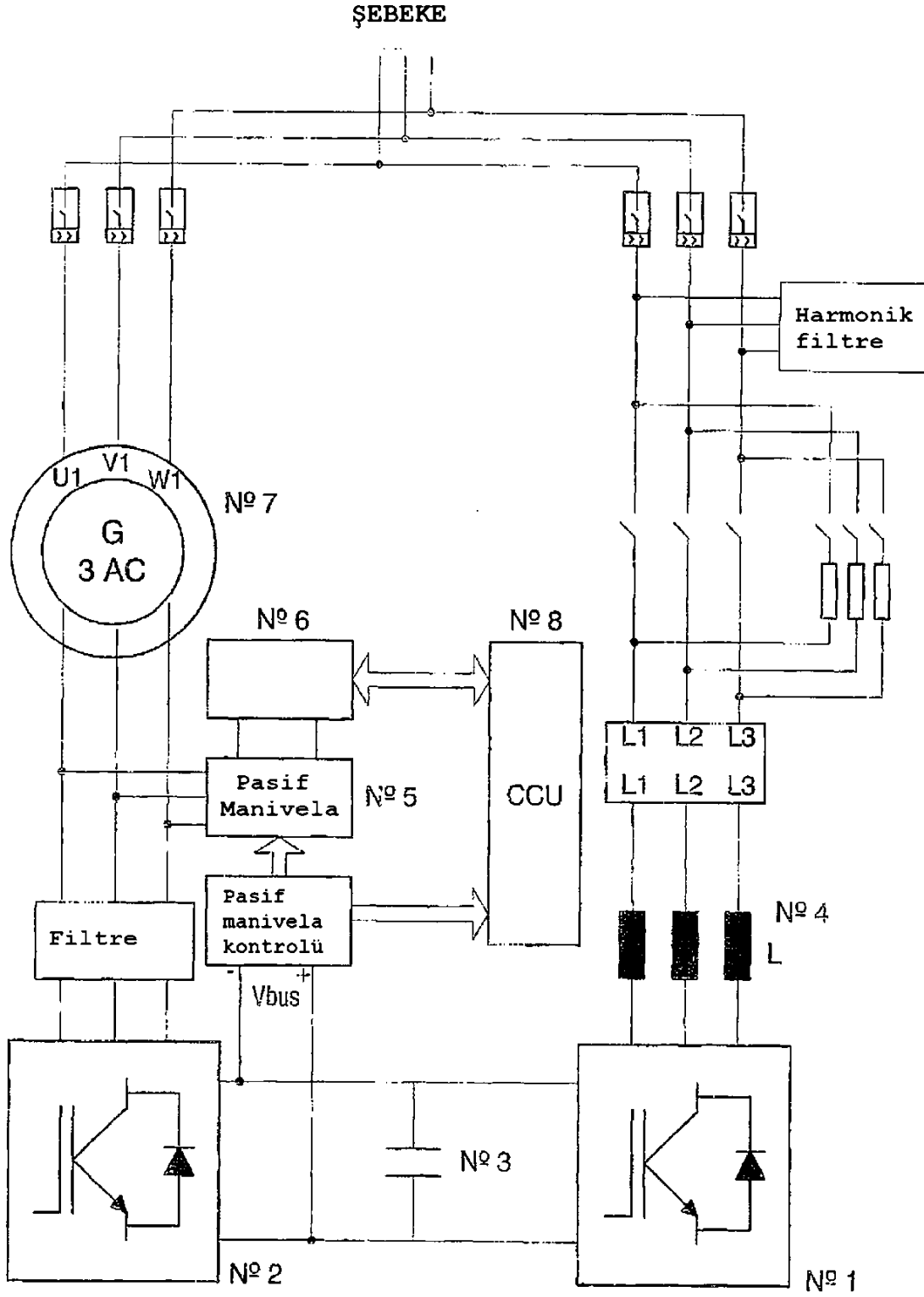
V_{rq} = 'q' eksenine ilişkin makine rotor gerilimi.

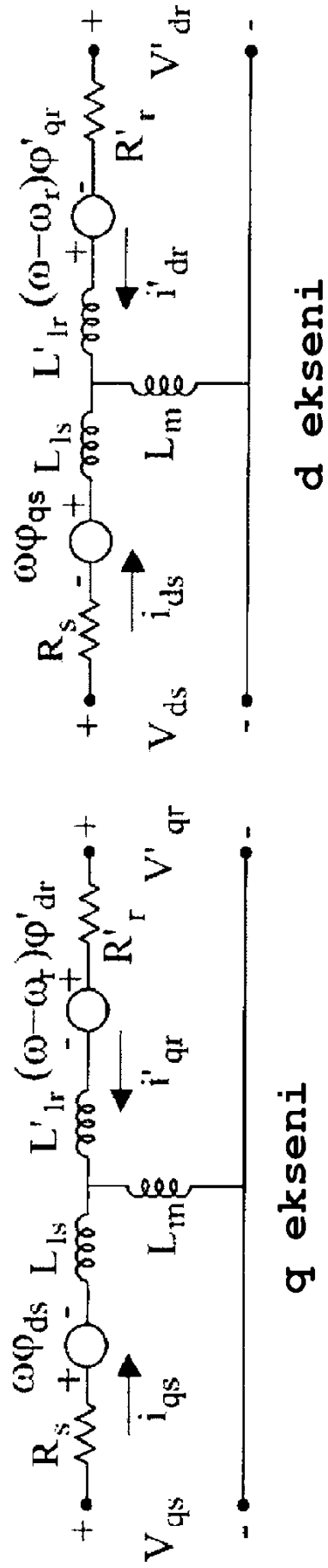
$k(l_{rq})$ = 'q' eksenine ilişkin rotor akımına dayalı sabit.

dI_{msq}

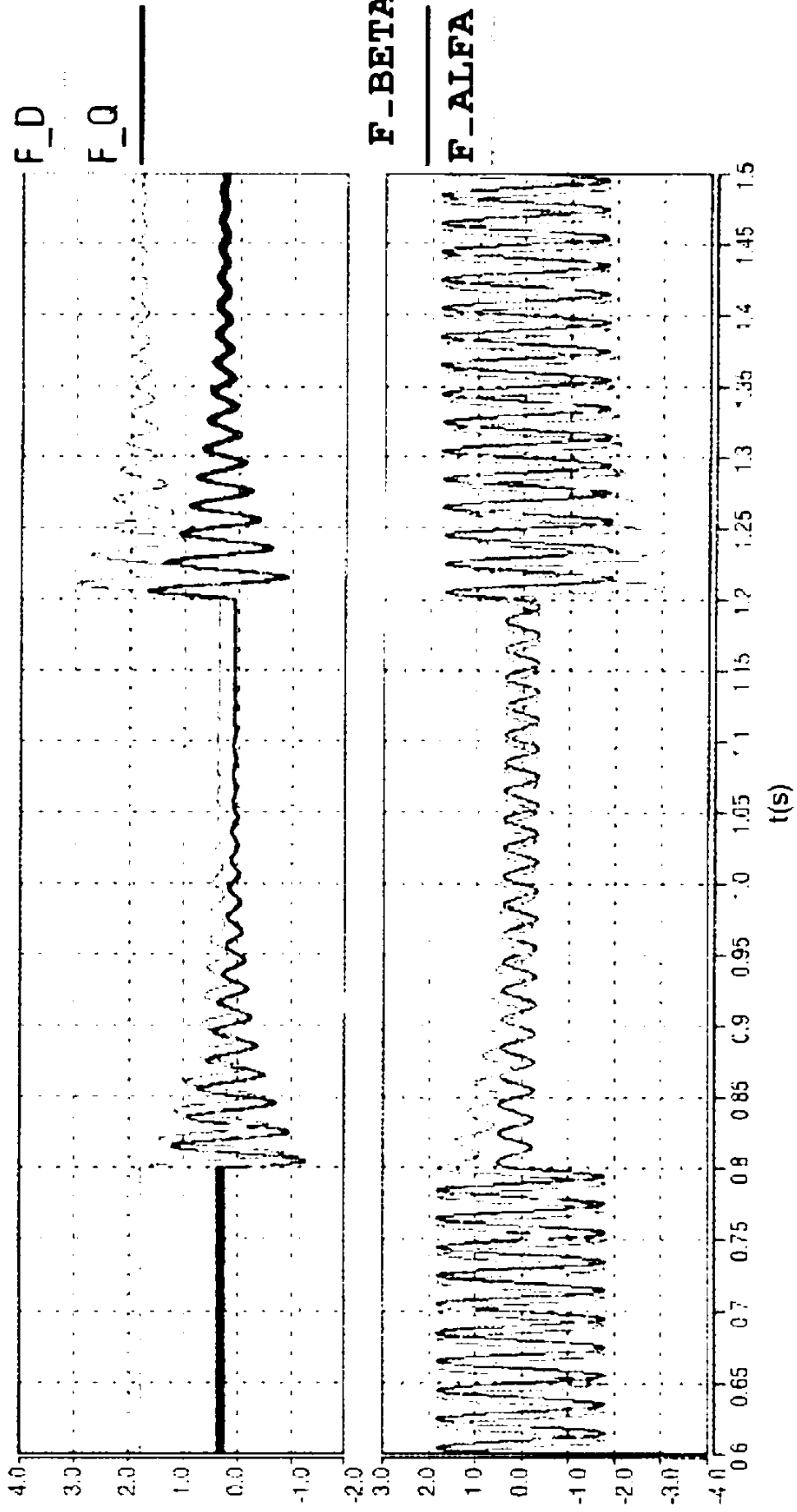
$\frac{d}{dt}$ = Zamana ilişkin 'q' eksenine yönelik mıknatıslama akımı türevi

- 5 SP_Q = Reaktif Güç ayar noktası
 AV_Q = Reaktif Güç fiili değeri
 SP_{lrot_d} = 'd' eksenine ilişkin rotor akımına yönelik ayar noktası.
 AV_{lrot_d} = 'd' eksenine ilişkin rotor akımına yönelik fiili
- 10 değer.
 Im_d = 'd' eksenine ilişkin mıknatıslama akımı.
 I_{rot_d} = 'd' eksenine ilişkin rotor akımı.
 SP_{Vd} = 'd' eksenine ilişkin gerilim ayar noktası.
 SP_{Vq} = 'q' eksenine ilişkin gerilim ayar noktası.
- 15 SP_P = Aktif güç ayar noktası
 AV_P = Aktif güç fiili değeri
 AV_{lrot_q} = 'q' eksenine ilişkin rotor akımının fiili değeri.
 SP_{lrot_q} = 'q' eksenine ilişkin rotor akımı ayar noktası.

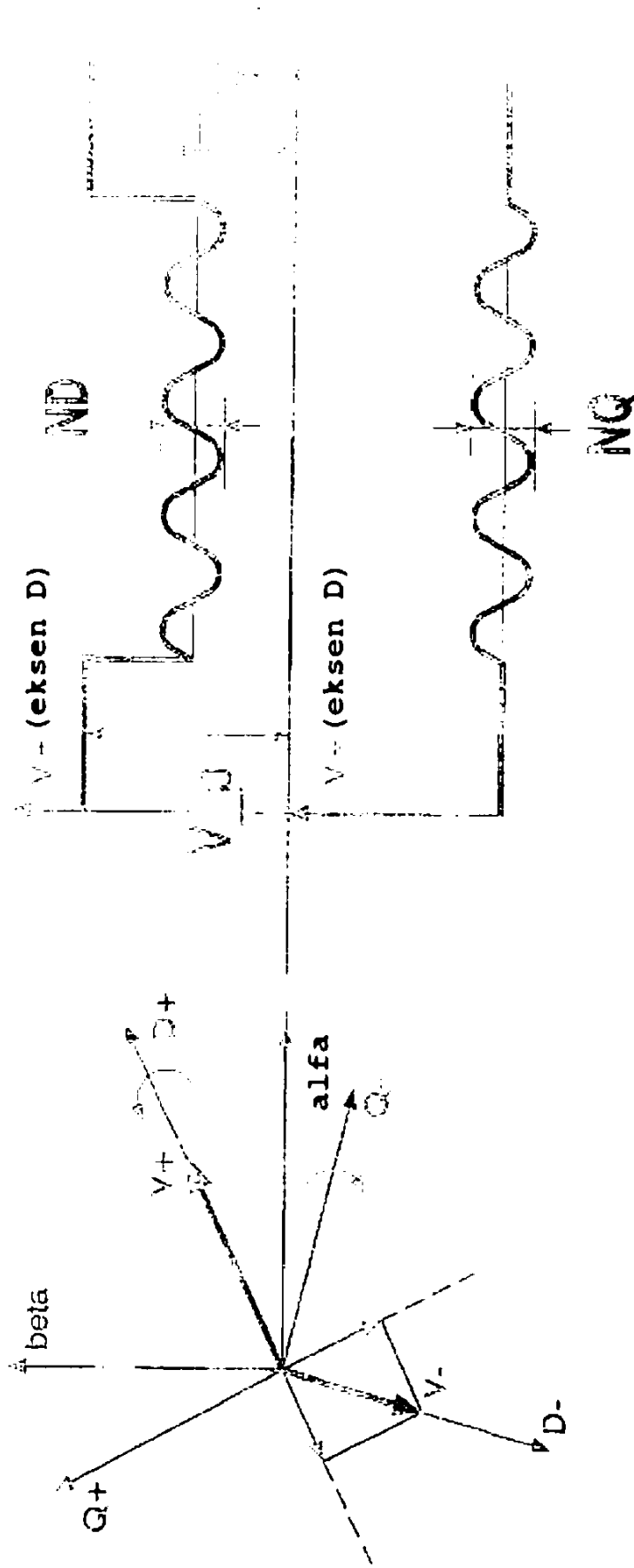
**ŞEKİL 1**



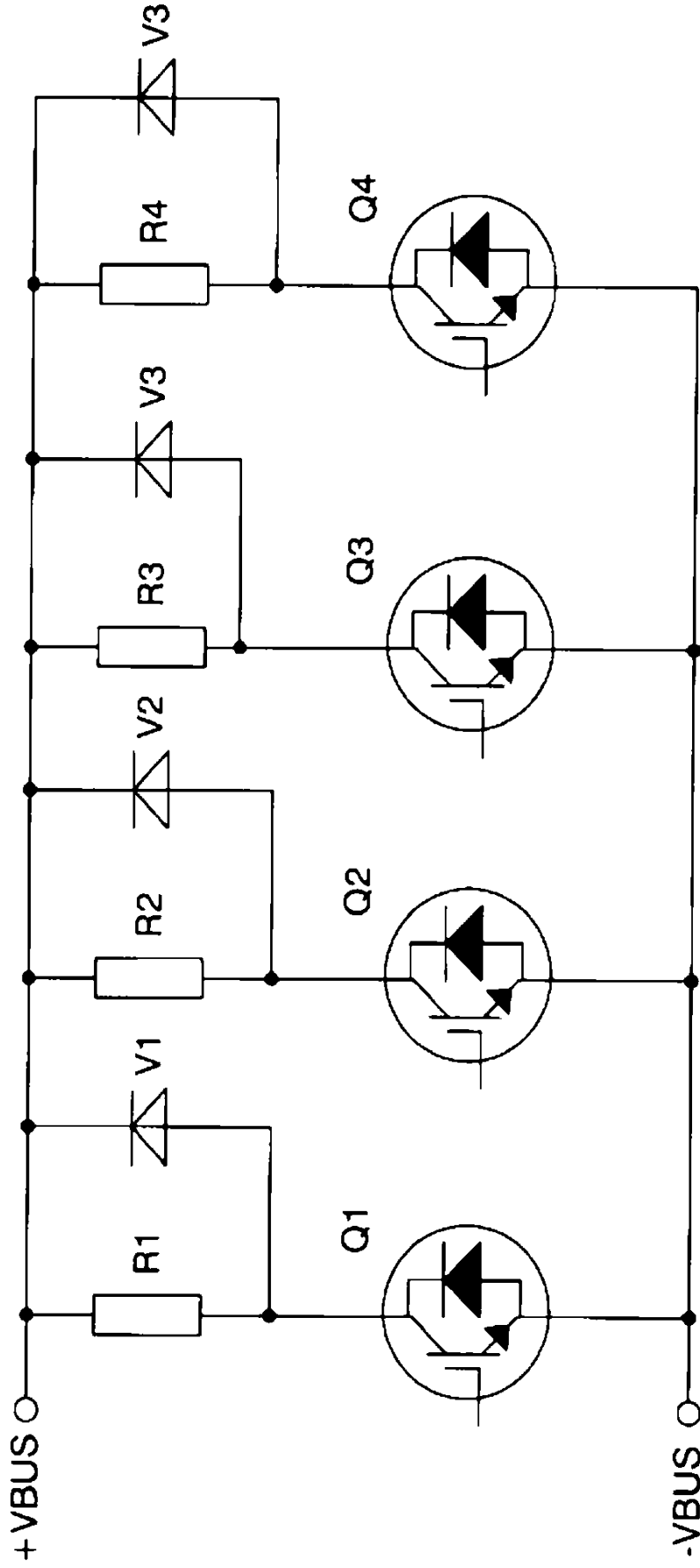
ŞEKİL 2



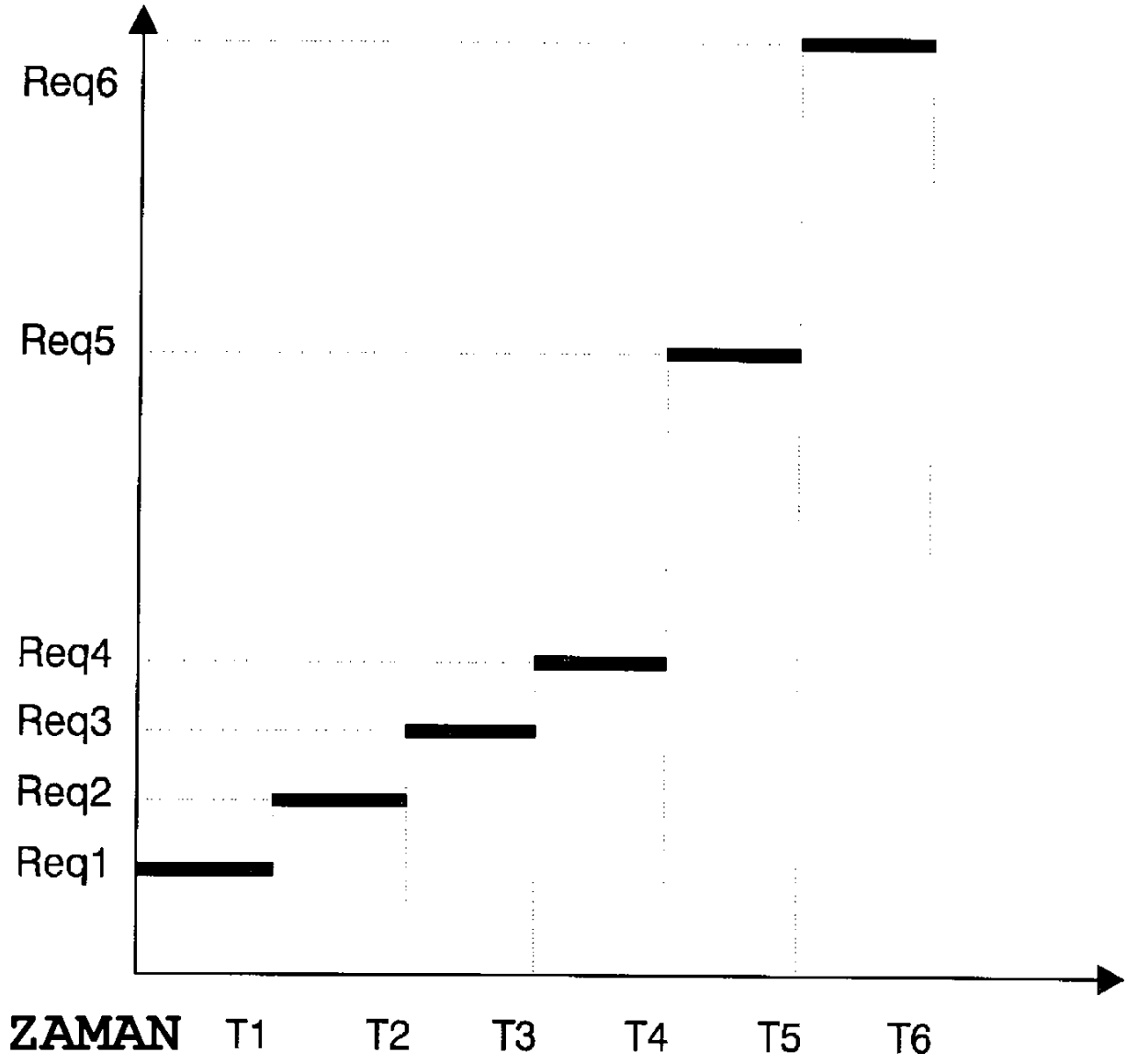
ŞEKİL 3



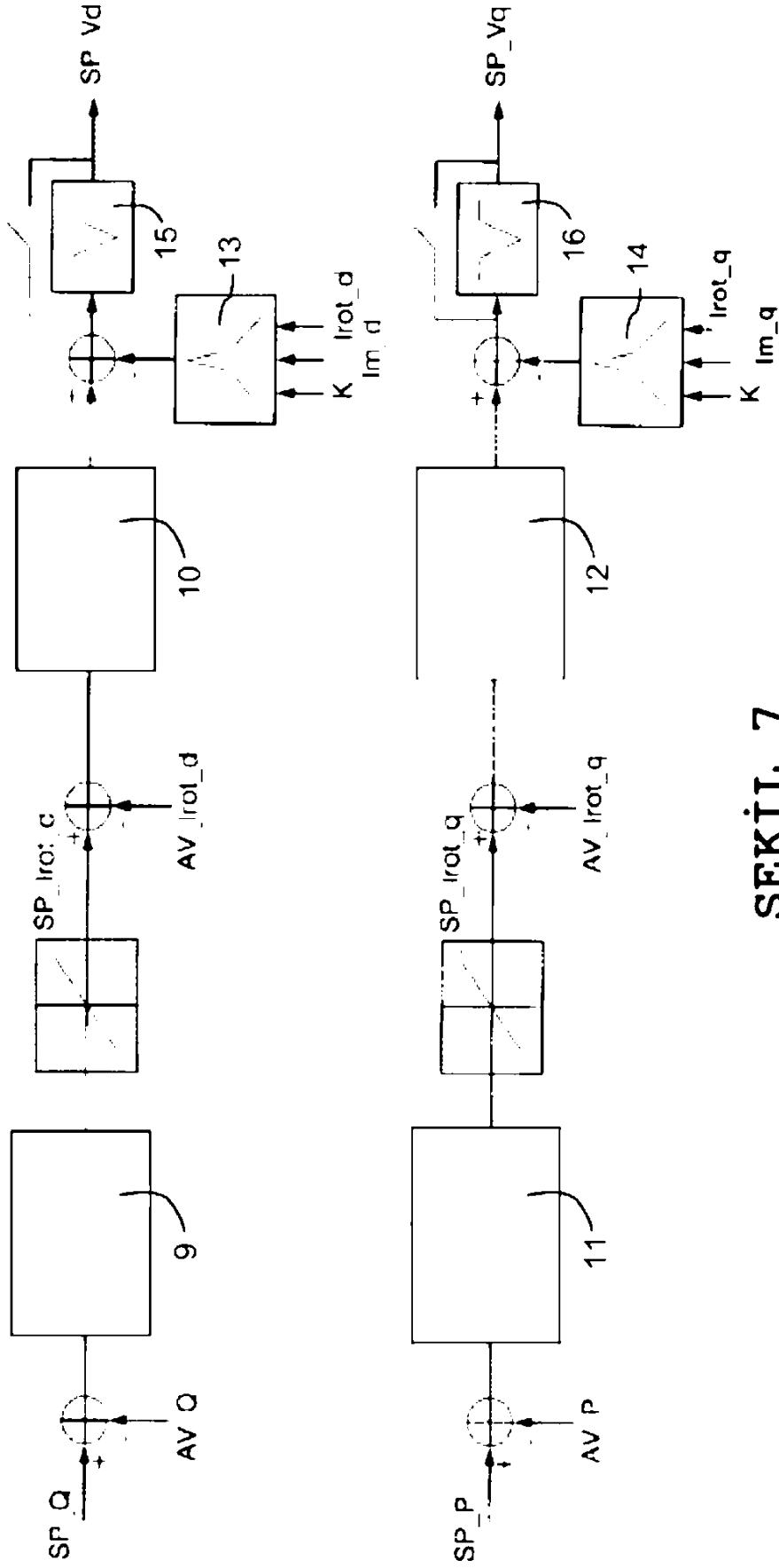
ŞEKİL 4



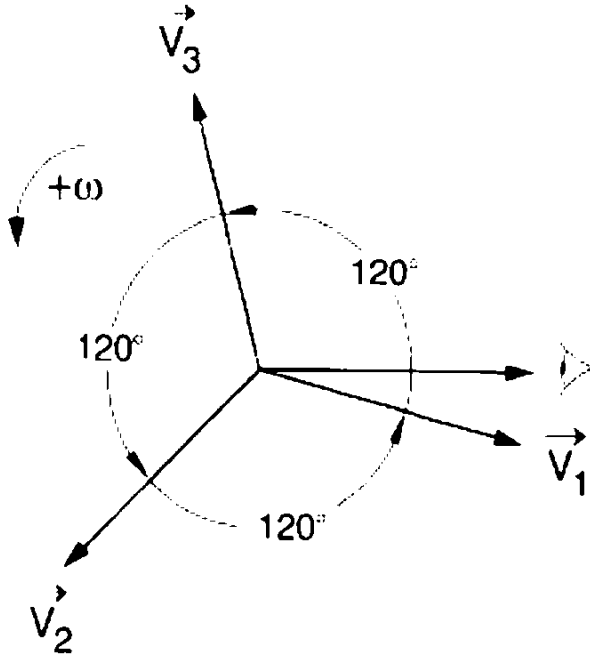
ŞEKİL 5



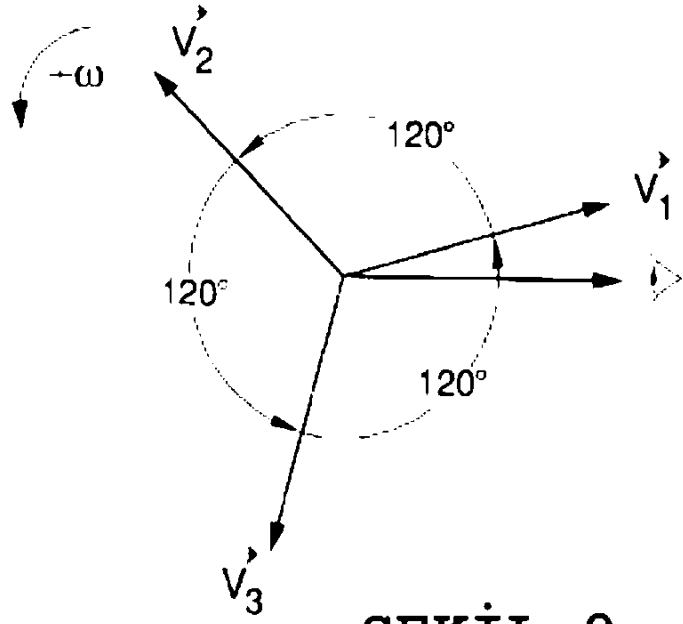
ŞEKİL 6



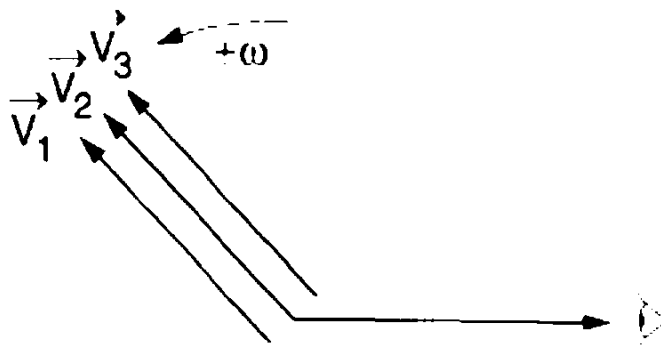
ŞEKİL 7



ŞEKİL 8



ŞEKİL 9



ŞEKİL 10