

UZUN ENERJİ NAKİL HATLARI İLE ENERJİ İLETİMİNİN ZORLUKLARI ve SİSTEM GÜVENLİRLİĞİNİ ARTIRMAK İÇİN ALINAN ÖNLEMLER

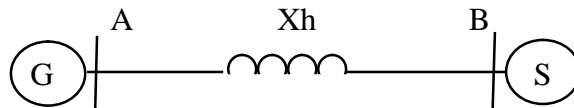
Türkiye’de elektrik enerjisinin büyük kısmı ağırdaki kaynaklardan temin edilmektedir.

- Hidrolik
- Doğal gaz
- Sıvı yakıt
- Kömür
- Linyit
- Rüzgar
- Güneş enerjisi

Hidrolik , linyit , rüzgar ve güneş enerjisi santralleri bu kaynakların bulunduğu yerlerde tesis etmekte ve elde edilen elektrik enerjisi tüketim bölgelerine nakledilmektedir. Türkiye’de elektrik enerjisi nakli 380 kV ve kısmende 154 kV gerilim seviyelerinde alternatif akımla yapılmaktadır. Büyük tüketim bölgeleri, Türkiye’nin batısındadır.Önemli hidrolik kaynaklar Türkiye’nin Güneydoğusunda ve Kuzeydoğusundadır.Bu bölgelerden elde edilen elektrik enerjisi uzun enerji nakil hatları ile tüketim bölgelerine nakledilmektedir.Türkiye’nin coğrafik yapısından dolayı, enerji nakil hatlarının bir kısmı engebeli arazilerden geçmektedir .Uzak mesafelerden enerjinin nakli, sistem stabilitesi sorunları ,ve iletme zorlukları meydana getirmektedir.Mesela Kuzeydoğu Anadolu bölgesindeki hidrolik santrallerden elde edilen enerjinin büyük bölümü yaklaşık 1000 klm uzaktaki tüketim bölgesine nakledilmektedir. Keban ,Karakaya ve Atatürk santrallerinden elde edilen elektrik enerjisinin bir kısmı 500 klm den uzun enerji nakil hatları ile tüketim bölgelerine nakledilmektedir. Santrallerde elde edilen aktif güçlerin uzun enerji nakil hatları ile iletiminde, sistemin stabilitesi önemli bir faktör olmaktadır. Dünyada enerji naklinde stabilizeyi artırmak için yapılan uygulamalar, Türkiye’nin yüksek gerilim şebekesinde de mevcuttur.Bir çok devletde, uzun enerji hatları ile yapılan enerji nakillerinde bazen arızalar da olabilmektedir.

Ağırdaki uzun enerji nakil hatları ile yapılan enerji nakli , stabilize ve stabilizeyi artırmak için alınan önlemler kısa olarak incelenmiştir.

Ağırdaki sonsuz şebekeye, iletim hattı ,ile bağlı bir senkron generatör görülmektedir. Burada X_h generatörün ve iletim hattının toplam reaktansıdır.

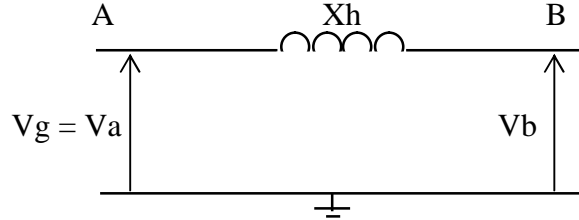


G: Generatör

S: Sistem (Genertörlerin ,yüklerin olu turdu u sonsuz ebeke) ,

Xh: iletim sistemi reaktansı

Yukarıda belirtilen enerji nakil sisteminin, bir fazının, prensip eması, a a ıda belirtilmi tir.



$V_g = V_a$ generatör iç gerilim fazörü

V_b : B istasyonundaki A fazının faz nötr gerilim fazörü,

X_h iletim sistemi reaktansı

V_g generatör iç gerilimi V_a gerilim fazörü olarak gösterilirse, enerji nakil hattından nakledilen aktif güç ;

$$P = 3x \frac{V_a x V_b}{X_h} \sin$$

formülü ile belirtilmektedir. Bu formülde;

$V_a = V_g$ generatör iç gerilimi

V_b : B istasyonundaki faz nötr gerilimi fazörü

: Güç açısı

P : Aktif güç

X_h iletim sistemi reaktansı

olmaktadır.

$$U_a = \sqrt{3} V_a = \sqrt{3} V_g \quad \text{Generatörün faz arası (faz – faz) gerilim}$$

$$U_b = \sqrt{3} V_b \quad \text{B istasyonundaki faz arası (faz – faz) gerilim}$$

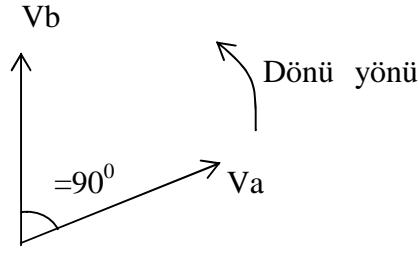
Bu e itliklerden;

$$V_a = \frac{U_a}{\sqrt{3}}, V_b = \frac{U_b}{\sqrt{3}}$$

elde edilir.Yukarıdaki formülde bu de erler yerlerine konuldu unda, Enerji nakil hattından akan aktif güç

$$P = 3x \frac{V_a x V_b}{X_h} \sin = \frac{U_a x U_b}{X_h} \sin$$

olur. Güç – açı fazör diyagramı a a ıda görülmektedir



- Statik stabilite sınırı

İletim sisteminin direnci ihmal edildiğinde, A istasyonundan verilen aktif güç B istasyonundan alınan aktif güce eşit olmaktadır. Enerji nakil sisteminden nakledilebilecek maksimum aktif güç, güç açısı $= 90^\circ$ de olmaktadır. $= 90^\circ$ de erdiği anda, bu enerji nakil sisteminin, belirlenen gerilim fazör genliklerindeki statik stabilite sınırı olmaktadır.

Statik stabilite sınırı aktif gücü;

$$P_m = 3x \frac{V_{ax}V_b}{X_h} = \frac{U_{ax}U_b}{X_h}$$

olur. Yukarıdaki formülde;

V_a: A istasyonundaki A fazının faz nötr gerilim fazörü ,

V_b: B istasyonundaki A fazının faz nötr gerilimi fazörü,

U_a = $\sqrt{3}$ V_a ; A istasyonundaki faz arası (faz – faz) gerilim

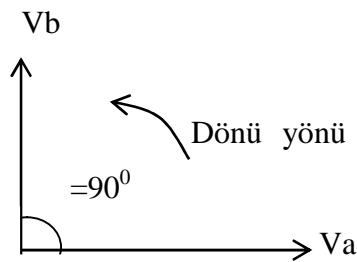
U_b = $\sqrt{3}$ V_b ; B istasyonundaki faz arası (faz –faz) gerilim

X_h ; iletim sisteminin reaktansı

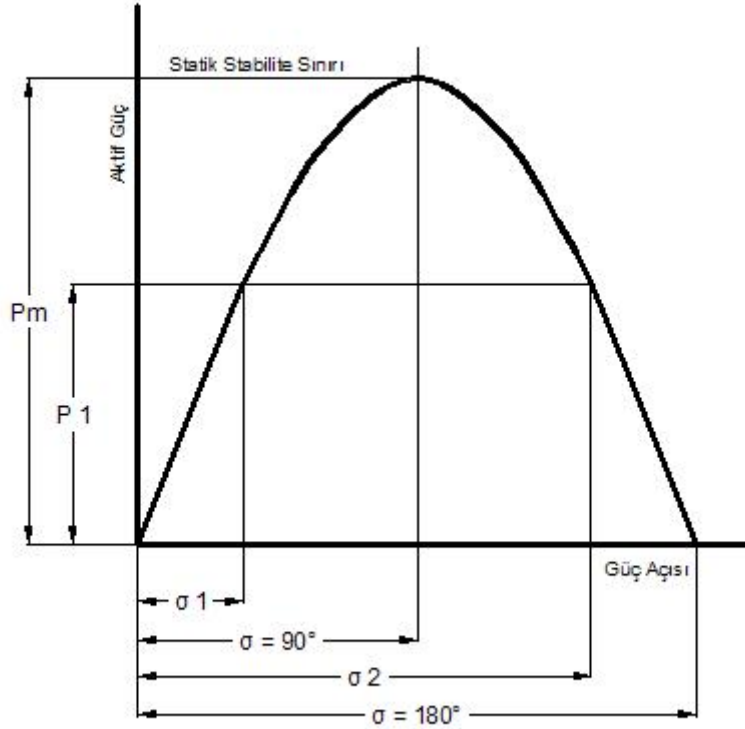
P ; Nakledilen aktif güç

olmaktadır.

Güç açısı 90° yi aştığı zaman, enerji nakil sisteminden nakledilen aktif gücün değeri azalır. Bu durumda, güç açısı artmaya devam eder ve sistem stabileden ayrılır. İletimde $= 90^\circ$ statik stabilite sınırı değeri ile çalışılamaz. Sistemin fazör diyagramı aşağıdadır



Sistemden P1 aktif gücü nakledilirken ,sistemin güç- açı diyagramı aşağıda görülmektedir.



Generatörün miline P_1 tahrik gücü uygulandı ında, kayıpların olmadığı kabul edilirse, generatör ebekeye p_1 aktif gücünü verecektir ve güç açısı σ_1 olacaktır. Tahrik gücü artırılırsa generatörün ebekeye vereceği aktif güçte artar. Generatörün ebekeye verebileceği maksimum aktif güç, güç açısı $\sigma = 90^\circ$ de olmaktadır. $\sigma = 90^\circ$ de eri, bu enerji nakil sisteminin, belirlenen gerilim fazör genliklerindeki statik stabilite sınır de eridir. Kararlı rejimde iletim hattının akım taşıma kapasitesi müsait olsa dahi statik stabilite sınır gücünden daha büyük aktif güç nakli mümkün olmaz. İletim güvenilirliliği için iletim sisteminde statik stabilite sınırında çalışılmaz.

- Statik stabilite sınırını artırmak için uygulanan yöntemler

Enerji naklinde, statik stabilite sınırını artırmak için alınan bazı önlemler aşağıda özet olarak incelenmiştir.

Enerji nakil sisteminde nakledilen statik stabilite sınırı aktif gücü ;

$$P = 3 \times \frac{V_a \times V_b}{X_h} = \frac{U_a \times U_b}{X_h}$$

olmaktadır.

U_a : Aktif gücün sisteme verildiği istasyondaki faz arası gerilim (Volt)

V_a : Aktif gücün sisteme verildiği istasyondaki faz toprak gerilim (Volt)

U_b : Aktif gücün alındığı istasyondaki , faz arası gerilim (volt)

Vb : Aktif gücün alındığı istasyondaki , faz nötr gerilim (volt)

Xh: letim sisteminin reaktansı (ohm) ,

: Güç açısı

Pm : Statik stabilite sınır gücü (Watt)

Statik stabilite sınırını belirleyen önlemler a a ıda incelenmiştir.

a) Enerji naklinin yüksek gerilim ile yapılması

Yukarıdaki formülden görüldüğü gibi, enerji nakil sisteminin geriliminin artırılması statik stabilite sınırını artırmaktadır. letim hattında meydana gelen aktif güç kayıplarını azaltmak ve stabilite sınırlarını yükseltmek için, yüksek gerilim ile enerji nakli yapılmaktadır.

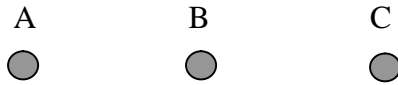
b) Enerji nakil hattının reaktansının azaltılması

Enerji nakil hattının reaktansının azaltılması statik stabilite sınırını artırmaktadır. Enerji nakil hattının reaktansının azaltılması için uygulanan yöntemler a a ıda belirtilmiştir.

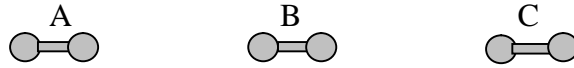
b-1) letim hattında demet iletken kullanılması

letim hatlarında ,iletim hattının reaktansını azaltmak için, her fazda bir iletken yerine birden fazla paralel iletken kullanılmaktadır. A a ıda bu uygulamalar görülmektedir

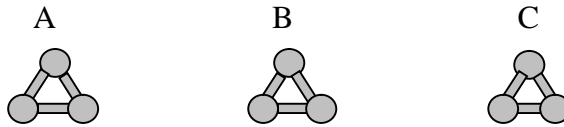
Her faz da tek iletken kullanılması



Her fazda iki iletken (ikili demet iletken) kullanılması



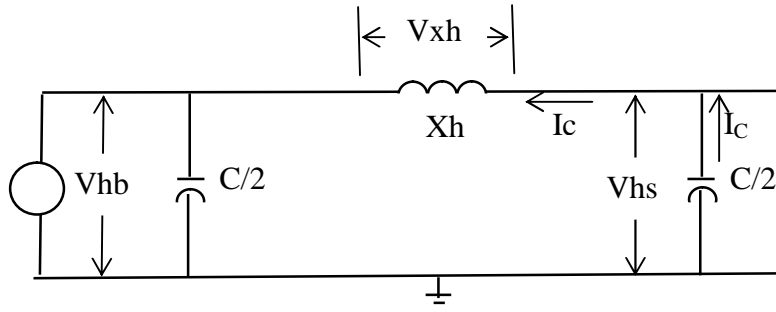
Her fazda üç iletken (üçlü demet iletken) kullanılması



Bazı yüksek gerilimli enerji nakil hatlarında, hattın reaktansını azaltmak için, bir fazda üçten fazla paralel iletken de kullanılmaktadır.

b-3 letim hattında seri kondansatör kullanılması

letim hattı direnci ihmal edilmiş sistemin prensip şeması ve fazör diyagramı a a ıda görülmektedir.



Yukarıdaki emada ;

V_{hs} ; Hat sonu gerilimi

V_{hb} ; Hat başı gerilimi

V_{xh} ; letim hattı reaktansında meydana gelen gerilim düşümü

X_h ; letim hattı reaktansı

C ; letim hattı faz toprak toplam kapasitesi

Hattın toplam kapasitif reaktansı;

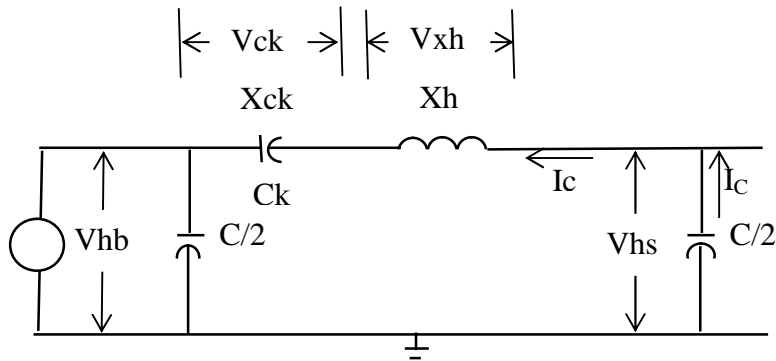
$$X_{ct} = \frac{1}{C\omega}$$

olmaktadır.Hat kapasitesinin yarısı;

$$C/2$$

olmaktadır.

Enerji nakil hattının endüktif reaktansını azaltmak için uzun enerji nakil hatlarına seri olarak kondansatörler bağlanmaktadır.Sistemin prensip eması aşağıda görülmektedir.



Yukarıdaki emada ;

V_{hs} ; Hat sonu gerilimi

V_{hb} ; Hat başı gerilimi

V_{xh} ; letim hattı reaktansında meydana gelen gerilim düşümü

V_{ck} ; Kompanzasyon kondansatörü reaktansında meydana gelen gerilim düşümü

C_k : Kompanzasyon kondansatörü kapasitesi

C ; letim hattı faz toprak toplam kapasitesi

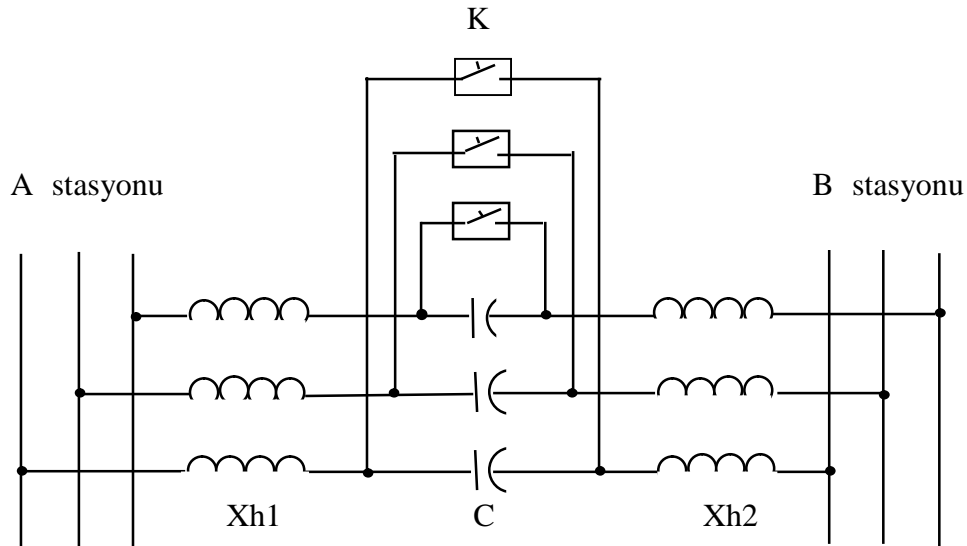
X_h ; letim hattı reaktansı

X_{ck} :Kompanzasyon kondansatörü reaktansı

$X_t = X_h - X_{ck}$: letim hattının toplam reaktansı;

olmaktadır .

Hattın yük akımı ve arıza akımı hat iletkeninden ve seri ba lı olan kondansatörlerden akmaktadır. Kondansatörlerden akan akım, kondansatörlerin terminalleri arasında gerilim meydana getirmektedir. Kondansatörün anma dayanma gerilimlerinden büyük genlikli gerilimlerin kondansatörün terminallerinde, meydana gelmesi, kondansatörlerde arızalara neden olabilmektedir.Kondansatörün terminalleri arasında olu an gerilim, kondansatörün içinden akan akımın genli i ile orantılıdır.Kısa- devre arızalarında iletim hattında akan büyük genlikli akımlardan dolayı, kondansatörün terminalleri arsında olu an gerilim, kondansatörün dayanma anma gerilim de erini a abilmektedir. Kondansatörlerden akan akımın kondansatörün terminalleri arasında meydana getirdi i gerilimin genli i kondansatörün müsaade edilen güç freakslı gerilim de erini a maması gerekir. Seri kompanzasyon kondansatörlerinin terminalleri arasında meydana gelen gerilimler önceden belirlenen sınır gerilime yükseldi i zaman, kondansatörleri a ırı gerilimden korumak için, bu gerilimi kontrol eden koruma sisteminin komutu ile kondansatörlere paralel ba lı kesiciler kapanmakta ve kondansatör öntlemektedir. Kesici kapandı ı zaman öntlenen kondansatörler seri kompanzasyon yapmamaktadır.

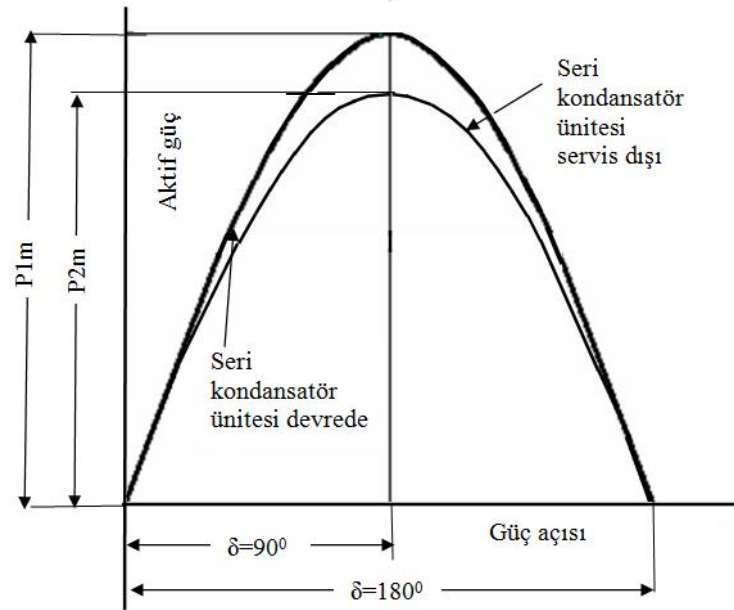


X_{h1} , X_{h2} : letim hattı reaktansları ,

C :Kondansatör ,

K ; Kesici

A a ıda seri kondansatör ünitesi devrede iken ve devre dı ı iken aktif güç - güç açısı karakteristikleri görölmektedir



Seri kondansatör devrede iken statik stabilite sınırı;

$$P1m = 3x \frac{VaxVb}{Xh - Xck} = \frac{UaxUb}{Xh - Xck}$$

olmaktadır.

letim sisteminin toplam reaktansı

$$Xt = Xh - Xck$$

oldu u için;

$$P1m = 3x \frac{VaxVb}{Xt} = \frac{UaxUb}{Xt}$$

olmaktadır.Burada;

Ua: Aktif gücün sisteme verildi i istasyondaki faz arası gerilim (Volt)

Va : Aktif gücün sisteme verildi i istasyondaki faz toprak gerilim (Volt)

Ub: Aktif gücün alındı ı istasyondaki , faz arası gerilim (volt)

Vb : Aktif gücün alındı ı istasyondaki , faz nötr gerilim (volt)

Xck: Seri kondansatörün reaktansı

Xt: letim sisteminin reaktansı (ohm) ,

: Güç açısı

Pmı : Seri kondansatör devrede iken statik stabilite sınır gücü (Watt)

Seri kondansatör ünitesi servis dı ı iken $Xck = 0$ oldu u için statik stabilite sınırı

$$P_{2m} = 3x \frac{V_{ax}V_b}{X_h} = \frac{U_{ax}U_b}{X_h}$$

olmaktadır. $P_{2m} < P_{1m}$ olur.

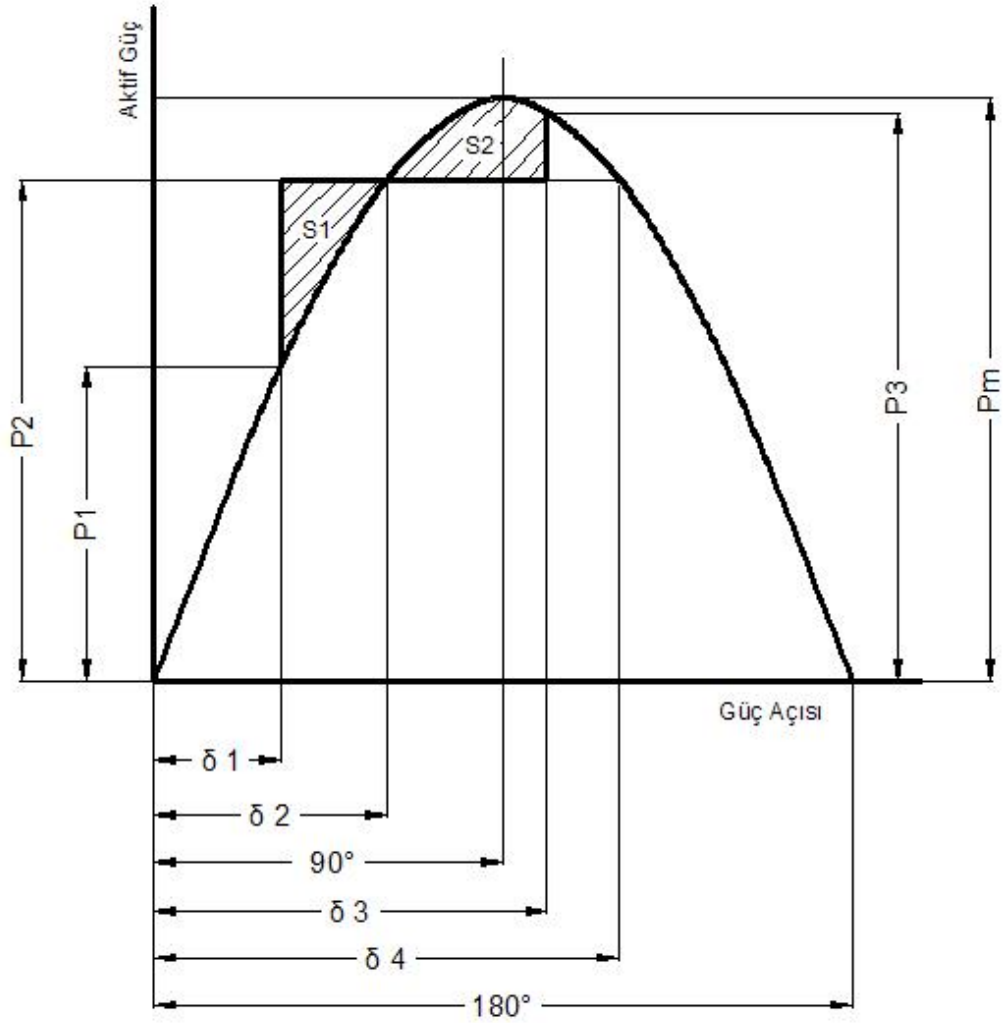
Dinamik stabilite sınırı

Senkron generatörler arasındaki aktif enerji naklinde dinamik stabilite özet olarak a a ıda belirtilmi tir.

Senkron generatörlerin olu turdu u sonsuz ebekeye, iletim hattı , ile ba lı senkron generatörde ,generatörün miline uygulanan mekanik tahrik gücünün ani olarak artırılmasının etkisi bu bölümde incelenmi tir. Açıklama kolaylı ı için, generatörün anma gerilimi ve paralel çalı tı ı generatörlerden olu an ebekenin anma gerilimlerinin e it oldu u ve generatör yükseltici transformatörünün olmadı ı kabul edilsin. Burada, iletim sisteminin reaktansı X_h , generatörün ve iletim hattının toplam reaktansıdır. Sonsuz ebekeye Enerji nakil sisteminden akan aktif güç,

$$P = \frac{U_{ax}U_b}{X_h} \sin$$

formülü ile belirlenmektedir. 1 güç açısı ile, senkron hızla dönen, senkron generatörün üreti i P_1 aktif gücü iletim sistemi ile, senkron generatörlerin olu turdu u sonsuz ebekeye iletilsin. Sistemin güç - açı diyagramı a a ıda görülmektedir. Generatöre ba lı olan motorun veya türbinin tahrik momenti, dolayısı ile generatöre uygulanan aktif güç ani olarak P_1 de erinden P_2 de erine yükselirse, generatörün verdi i aktif güç de artar. Türbin veya motor gibi dönen sistem kısımlarının atalet mometlerinden dolayı, a a ıdaki ekildeki, taralı olan S_1 ve S_2 alanları birbirine e it oluncaya kadar, generatörün verdi i aktif güç , uygulanan P_2 mekanik gücünden bir miktar daha büyük de ere yükselir. Güç açısının de eride, 2 güç açısı de erini a arak 3 de erine kadar artar.

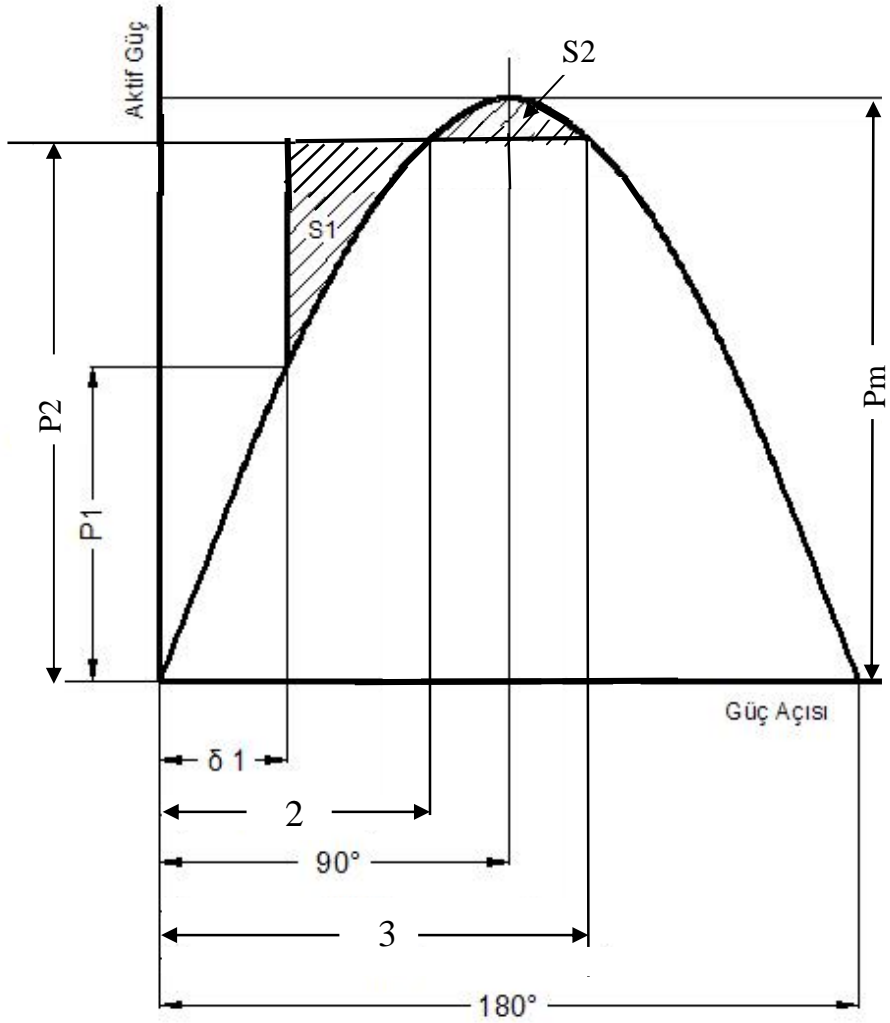


Generatör δ_3 güç açısında, sisteme P_3 aktif gücünü verir. Generatörün sisteme verdiği P_3 aktif gücü, generatöre uygulanan P_2 mekanik tahrik gücünden büyük olduğu için, generatörün sisteme verdiği P_3 aktif gücü, azalmaya başlar. Dönen kısımların atalet momentinden dolayı, generatörün verdiği aktif güç, P_2 değerinden daha küçük değere iner. Fakat, generatöre uygulanan mekanik tahrik gücü, generatörün sisteme verdiği aktif güçten daha büyük olduğu için, generatörün güç açısının değeri ve generatörün sisteme verdiği aktif gücün değeri artmaya başlar. Sistemin kayıplarından dolayı, güç açısı, δ_3 açısından daha küçük bir değere kadar yükselir. δ_2 açısından büyük güç açısında, generatörün sisteme verdiği aktif güç, generatöre uygulanan mekanik tahrik gücünden daha büyük olduğu için, generatörün güç açısı ve verdiği aktif güç küçülmeye başlar. Senkron hızla dönmekte olan generatörün güç açısı ve verdiği aktif güç P_2 gücünden bir miktar daha küçük değere iner. Belirtilen nedenle generatörün güç açısı ve aktif gücü tekrar artmaya başlar. Sistem kayıplarından dolayı,

generatörün verdi i güç, P2 de erine ve güç açısı δ_2 açısı de erine, küçülen genlikli salınımlar yaparak ulaşır.

Bu çalışma ko ulunda , δ_3 güç açısı $= 90^0$ den daha büyük de ere yükselmektedir. Fakat δ_3 güç açısı, δ_4 güç açısı de erinden küçük oldu u için ve P3 gücünde P2 gücünden büyük ve Pm statik sınır gücünden küçük oldu u için, sistemin stabilitesi bozulmaz . Eğer generatörün güç açısı, güç δ_4 açısı de erinden büyük açılara çıkarsa, generatörün verdi i aktif güç, generatörün miline uygulanan P2 mekanik gücünden daha küçük olur ve generatörün güç açısı artmaya devam eder. güç açısı arttıkça generatörün verdi i aktif güç azalır ve generatör senkronizmden çıkar sistemin stabilitesi bozulur. δ_4 güç açısı dinamik stabilite sınır güç açısı olmaktadır.

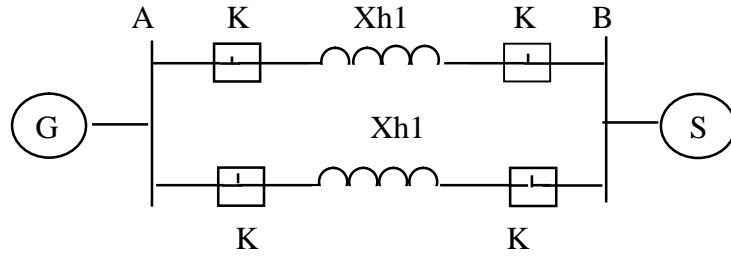
A a ıdaki güç açı diyagramı ile genertörün senkronizmden çıkması incelenmiştir. Bu sistemde generatör ebekeye δ_1 güç açısı ile P1 aktif gücünü ebekeye verirken, miline uygulanan mekanik güç P2 de erine artırılır. Güç açısı artarak generatörün ebekeye verdi i aktif güçte artar. Güç açısının δ_2 de erinde, kayıplar ihmal edildi nde, generatörün ebekeye verdi i aktif güç miline uygulanan tahrik gücü P2 ye e it olur. Fakat dönen parçaların kinetik enerjisinden dolayı, güç açısı artmaya devam eder. Bu artış alanı S2 alanına e it oluncaya kadar devam edecektir. Dinamik stabilite açısı δ_3 den büyük güç açılarında, generatörün ebekeye verdi i aktif güç , generatörün miline uygulanan P2 mekanik gücünden daha küçük olur ve generatörün güç açısı artmaya devam eder. Generatörün verdi i aktif güç azalır ve generatör senkronizmden çıkar sistemin stabilitesi bozulur



A istasyonundaki senkron generatörlerin aktif gücünün , senkron generatörlerden oluşmuş olan sonsuz ebekedeki B istasyonuna ,iki adet paralel hat ile iletildiği sistemde, paralel hatlardan bir tanesinin servisi dışı olması, sistem stabilitesine etkisi, bu bölümde incelenmiştir.

İncelemede anlatım kolaylığı sağlamak için, senkron generatörlerin senkron reaktansları sıfır kabul edilmiştir. Bu kabul ile $V_g = V_a$ olmakta yani ,generatörlerin V_g iç gerilimleri A istasyonunun V_a faz nötr gerilim fazörünün genliğine eşit olmaktadır. Generatörlerin anma gerilimleri de sonsuz ebekenin anma gerilimine eşit kabul edilmiştir.

İki hat serviste iken sistemin tek hat olması da görülmektedir. İncelemede A ve B istasyonlarının arasındaki paralel iletim hatlarının reaktansları eşit kabul edilmiştir.



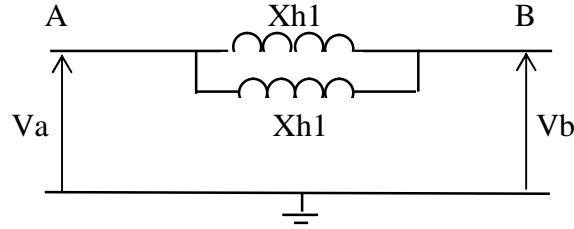
G : Generatörler ,

S : Senkron generatörlerden oluşan sonsuz ebeke ,

Xh1 iletim hattının reaktansı ,

K: Kesici

Yukarıdaki ,enerji nakil sisteminin tek faz prensip eması a a ıda görülmektedir.



Yukarıdaki emada;

Va: A istasyonundaki A fazının faz nötr gerilim fazörü

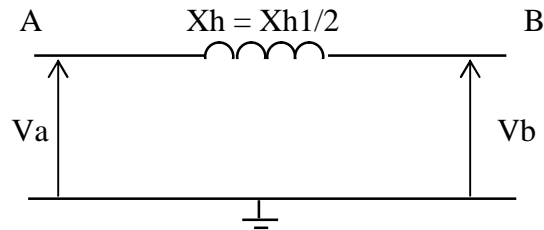
Vb: B istasyonundaki A fazının faz nötr gerilimi fazörü,

Xh1: Bir hat reaktansı

$X_h = \frac{1}{2} X_{h1}$: ki paralel hattın e de er reaktansı;

Olmaktadır.

Sistemin prensip eması;



Va:A istasyonundaki A fazının faz nötr gerilim fazörü

Vb: B istasyonundaki A fazının faz nötr gerilimi fazörü

Xh: Hat reaktansı

olur.

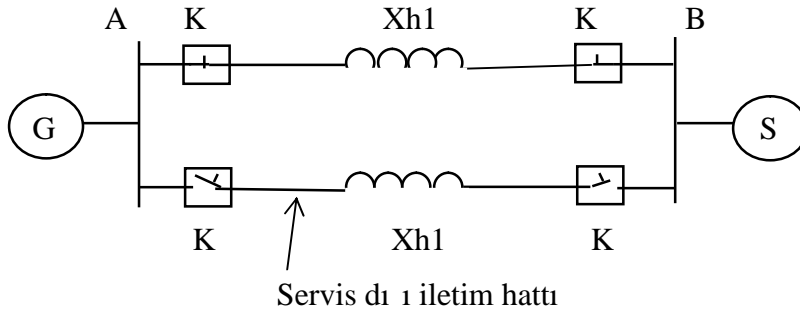
ki adet paralel iletim hattı serviste iken $\theta = 90^\circ$ güç açısında ,statik stabilite sınırı aktif gücü ;

$$V_a = \frac{U_a}{\sqrt{3}} , V_b = \frac{U_b}{\sqrt{3}}$$

$$P_1 = 3x \frac{V_a V_b}{X_{h_1}/2} = 2x \frac{U_a U_b}{X_{h_1}}$$

olmaktadır.

A a ıdaki tek hat emasında, iki paralel iletim hattından bir tanesinin servis dışı oldu u durum görülmektedir.



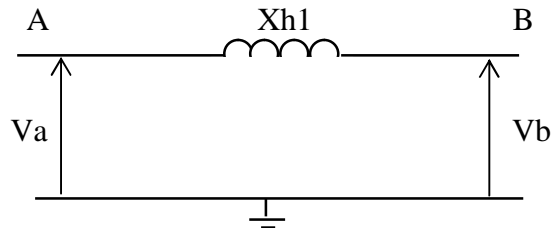
G : Generatörler

S :generatörlerden olu an sonsuz ebeke ,

Xh1: iletim hattının reaktansı ,

K: Kesici

Yukarıdaki ,enerji nakil sisteminin tek faz prensip eması a a ıda görülmektedir.



Va:A istasyonundaki A fazının faz nötr gerilim fazörü

Vb: B istasyonundaki A fazının faz nötr gerilimi fazörü,

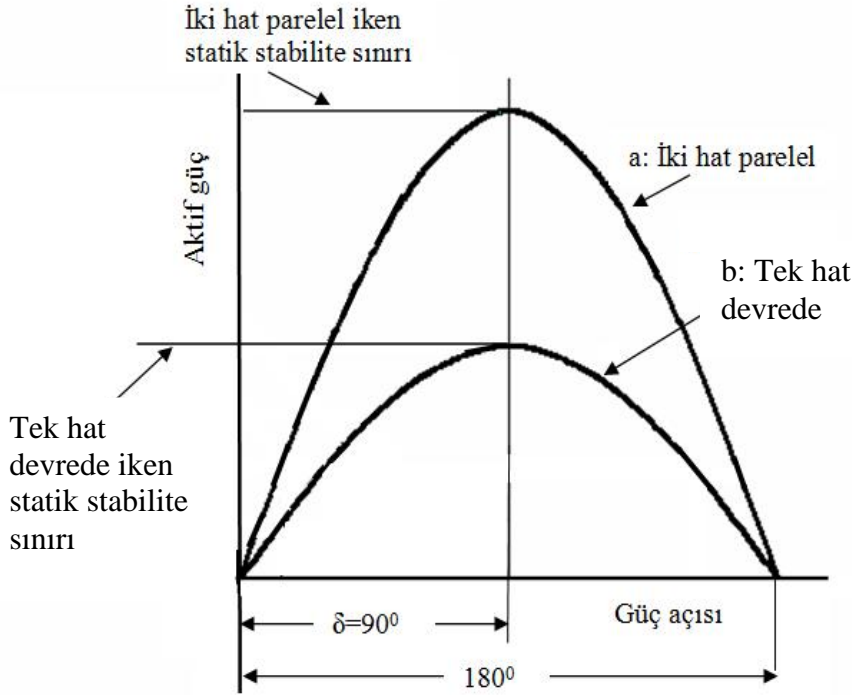
Xh1 hat reaktansı

$$V_a = \frac{U_a}{\sqrt{3}} , V_b = \frac{U_b}{\sqrt{3}}$$

$$P_1 = 3x \frac{V_a V_b}{X_{h_1}} = \frac{U_a U_b}{X_{h_1}}$$

olmaktadır.

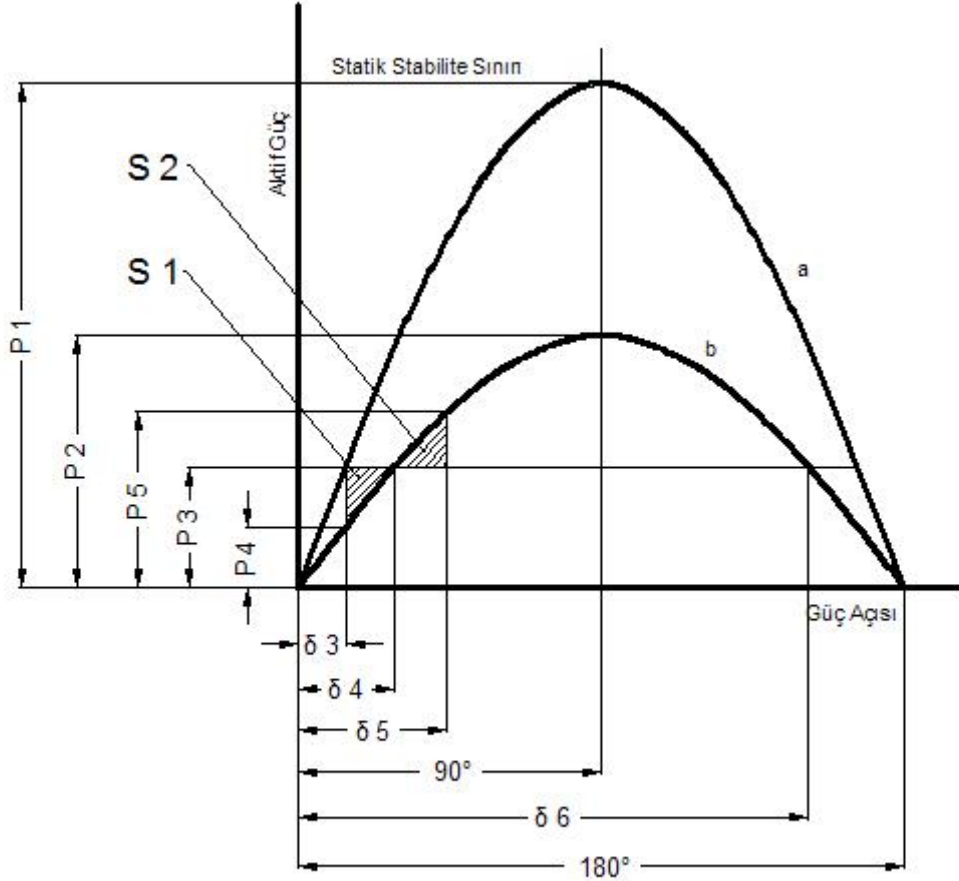
A a ıda, iki adet iletim hattı paralel iken ve bir hat serviste iken, çizilen güç - açı diyagramı görülmektedir.



Yukarıda belirtilen sistemde,iki hat devrede iken, generatörlerden , sisteme, P3 aktif gücü verilmekte ve güç açısı 3 olmaktadır.Parelel hatlardan bir adedinin devreden çıkması durumunda, iletilen aktif gücün genli i p4 de erine azalır.Generatörlerin tahrik gücü azalmadı ı için, güç açısı 3 de erinden artmaya ba lar. Güç açısı 4 de erine geldi inde sisteme verilen aktif güç, yine ilk de eri olan, P3 de erine gelir. Fakat döner sistemlerin atalet momentinden dolayı, güç açısı 4 de erinden daha büyük açığa yükselir.Güç Açısındaki

Yukarıda belirtilen sistemde,iki hat devrede iken, generatörlerden , sisteme, P3 aktif gücü verilmekte ve güç açısı 3 olmaktadır.Parelel hatlardan bir adedinin devreden çıkması durumunda, iletilen aktif gücün genli i p4 de erine azalır.Generatörlerin tahrik gücü azalmadı ı için, güç açısı 3 de erinden artmaya ba lar. Güç açısı 4 de erine geldi inde sisteme verilen aktif güç, yine ilk de eri olan, P3 de erine gelir. Fakat döner sistemlerin atalet momentinden dolayı, güç açısı 4 de erinden daha büyük açığa yükselir.Güç Açısındaki artma, yukarıdaki ekildeki, taralı S1 ve S2 alanları e it oluncaya kadar devam eder ve güç açısı 5 de erine eri ir. 4 güç açısı ile 5 güç açısı arasındaki açılarda, sisteme verilen aktif güç, motor veya türbinlerin, generatörlere verdi i mekanik aktif güçten fazla oldu u için, güç açısı azalmaya ba lar ve 4 güç açısından daha küçük açı de erine iner.Bu açı de erlerinde, sisteme verilen aktif güç generatörlerin miline uygulanan mekanik güçten az oldu u için, güç açısı artmaya ba lar.Yukarıda belirtildi i gibi, sistemin kayıplarından dolayı, güç açısı, 4 iç

açısının etrafında sönümlü salımlar yaparak, 4 güç açısına gelir ve generatörler sisteme P3 aktif gücünü verir. Bu koşulda, 6 güç açısı dinamik stabilite sınırı olmaktadır. Eğer güç açısı 6 açıdan daha büyük olursa generatörlerin sisteme vereceği aktif gücün deeri P3

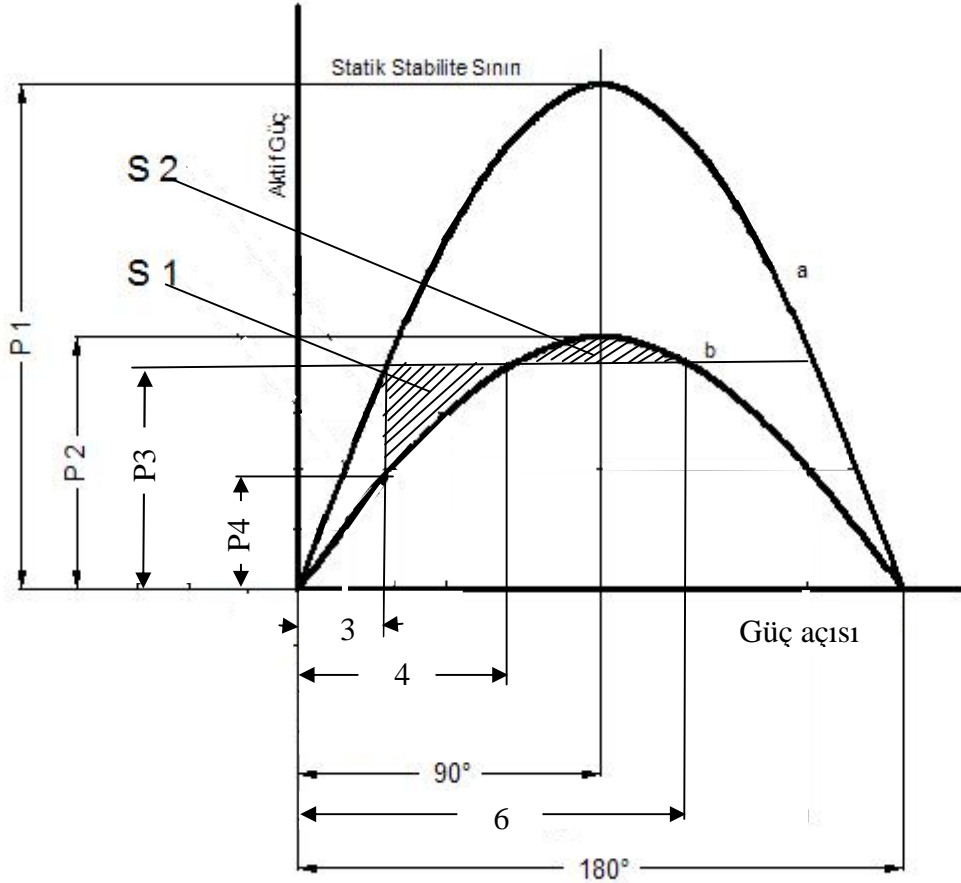


mekanik tahrik gücünden küçük olacaktır için, güç açısı artmaya devam eder ve sistemin stabilitesi bozulur.

Yukarıda incelenen sistemden belirtilen aktif güçten daha büyük genlikli aktif güç nakledilirken, paralel enerji nakil hatlarından bir adedi servisten çıktığı durumda a) da incelenmiştir.

ki hat paralel iken 3 güç açısı ile nakledilen P3 aktif gücü hattın bir tanesinin servis harici olması durumunda güç açı diyagramında P4 aktif gücüne inmektedir. $P4 < P3$ olmaktadır. Generatörün miline uygulanan tahrik gücü azalmadığı için, güç açısı 3 de erinden artmaya başlar. Güç açısı 4 de erine geldiğinde generatörün sisteme verdiği aktif güç, yine ilk deeri olan, P3 de erine gelir. Fakat döner sistemlerin atalet momentinden dolayı, güç açısı 4 de erinden daha büyük açığa yükselir. Güç Açısındaki artma S1 alanı S2 alanına e it oluncaya kadar devam edecektir. Güç açısı 6 de erine geldiğinde, generatörün

ebekeye verdi i aktif güç, ilk de eri olan, P3 de erine gelir. Fakat döner sistemlerin atalet momentinden dolayı, güç açısı 4 de erinden daha büyük açuya yükselir. Bu yükselme S1 alanı S2 alanına e it oluncaya kadar devam edecektir. Güç açısı 6 de erine geldi i an generatör miline tatbik edilmekte olan tahrik gücü generatörün ebekeye verdi i P3 aktif gücüne e it olmaktadır. 6 güç açısı dinamik stabilite sınırır. Fakat dinamik stabilite sınır açısında S1 alanı S2 alanından küçük oldu u için, güç açısı artmaya devam edecektir.



Dinamik stabilite sınır güç açısından sonra, generatörün ebekeye verdi i güç generatörün miline tatbik edilen tahrik gücünden daha az olacak ve generatör hızlanarak parelden ayrılacaktır

26 Nisan 2016

Dr Atalay Kaya