

23231

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ELEKTRİK ENERJİ SİSTEMLERİNİN
TEK MERKEZDEN YÖNETİLMESİ VE
KONTROLÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Elk. Müh. Faruk İnce

İSTANBUL 1992

ÖNSÖZ

Enerji sistemlerinin bilgisayar destekli işletimi öteden beri ilgi duyduğum konuların başında gelmiştir. Bu tezde yaptığım çalışmalarda kontrol merkezleri üzerinde durdum.

Ayrıca enerji otomasyon sisteminin dünyada ve ülkemizde nasıl yapıldığını araştırdım.

Tez çalışmalarım süresince bana her türlü yardımı gösteren değerli hocam Doç.Dr.Asım Kasapoğlu' na ve çalışmalarında destek sağlayan tüm arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Beşiktaş, Eylül 1992

Faruk İNCE

İÇİNDEKİLER

ÖZET	v
SUMMARY	vi
BÖLÜM	
1. GİRİŞ	1
2. ELEKTRİK GÜÇ SİSTEMLERİNDE OTOMASYON	3
3. KONTROL SİSTEMLERİNİN GENEL YAPISI	4
3.1.Kontrol merkezlerinin görevleri	5
3.2.Verinin elde edilmesi ve doğrulanması	6
3.3.Kontrol sistemine ilişkin işletim fonksiyonları	8
3.4.Kontrol merkezlerinin tasarlanması	9
4. YKSEK NİTELİKLİ GÜÇ SİSTEMLERİ	15
4.1.G.S.O. ile arıza kontrolü	16
4.1.1.Ana istasyon	17
4.1.2.Uzak kontrol ünitesi	17
4.1.3.Optik hat sensörü	19
4.1.4.Uzaktan kontrollü SF ₆ anahtarlar	19
4.1.5.Optik haberleşme sistemi	19
4.2.Arızal bölgenin sistem içinden izole edilmesi	20
4.2.1.Toprak temaslı arızalar	20
4.2.2.Toprak temassız kısa devre arızaları	21
5. GERİLİM VE REAKTİF GÜÇ KONTROLÜ İÇİN BİLGİSAYAR TABANLI YARDIMCI OPERATÖR SİSTEMİ TASARIMI	23
5.1.Tasarımda göz önüne alınan faktörler	24
5.1.1.Gerçel zamanlı donanım	24

5.1.2.Kaynak kısıtlamaları	24
5.2.ESCR' nin güç sistem simülasyon laboratuarı	25
5.2.1.Generatörler	25
5.2.2.İletim (Transmission)	25
5.2.3.Yük	25
5.2.4.EMS	26
5.3.Kontrol stratejisi	26
5.3.1.Kontrol cihazları	26
5.3.2.Sistem enformasyonu	28
5.3.3.Problemin formülasyonu	28
5.3.4.Objektif fonksiyon	29
5.3.5.Göz önüne alınacak faktörler	30
5.4.Fonksiyon tanımlama ve durum incelemesi	30
5.4.1.Gerilim kontrolü	30
5.4.1.1.Durum incelemesi	32
5.4.2.Reaktif güç kontrolü	34
6. T.E.K.Milli YÜK TEVZİ MERKEZİ	36
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	45
KAYNAKLAR	46
ÖZGEÇMİŞ	47

ÖZET

Güç sistemleri büyüdükçe, enerji iletim hatları, istasyonlar, transformatörler ve güç kesicilerinin sayısı da arttı. İşletilmesi daha karmaşık hale gelen bu sistemin, bugün enerji kontrol merkezi denilen yerlerden gözlemlenmesi ve yönetilmesi bir zorunluluk halini aldı. Bu merkezler sayesinde sistemin güvenilirliği ve Ekonomik performansı da arttı. Fakat bu demek değildir ki bu merkezler olmaz ise enerji sisteminin işleyişi tamamen durur. Örneğin kontrol merkezleri ile kontrol edilen elemanlar arasındaki haberleşme bağı kopsa, enerji sistemi küçük bölgeler halinde çalışmasını sürdürür. Ama bunun yanında sistemin güvenilirliği ve ekonomik performansı da düşer.

Altı ana bölümden oluşan bu tezde, Güç sistemlerinde kontrol ve kumandanın nasıl yapıldığı ana hatlarıyla anlatılmaya çalışıldı. Konunun girişi olan birinci bölümden sonra gelen ikinci bölümde SCADA ve güç sistemlerinin kontrolü anlatıldı. Üçüncü bölümde, genel olarak bütün kontrol sistemlerinin yapısı anlatıldı. 4.,5. ve 6. bölümler sırasıyla Japonya, Amerika ve Türkiye' deki uygulanmış bazı örnekleri içermektedir.

SUMMARY

As power system increased in size, so did the number of lines, substations, transformers, switchgear and so on. Their operation and interactions became more complex; therefore, it became essential to monitor this information simultaneously for the total system at a focal point, which is now called an ENERGY CONTROL CENTER. A fundamental design feature of energy control centers is that they increase system reliability and economic feasibility. This is essentially a fail-safe type of operation. In practice, all communication links between equipment and the control center could be interrupted and the electric service maintained. For example most systems maintain "local" as opposed to centralized control of protective switchgear which must function within several cycles of the 60 Hz line upon detection of an overload.

This study consists of six sections. First section is an introduction. At the second section SCADA and Control of Electric Power Systems have been presented, generally. General structure of control systems has been studied at the third section. Other three sections include some applied examples in the world and Turkiye. Forth section is an example, which is applied in Japan, about how to control faults in the power system. Fifth section is also an example, which is applied in U.S.A., about voltage and reactive power control. Finally, sixth section is an example in Turkiye. It has been tried to explain how to control and manage interconnected network in Turkiye.

1.GİRİŞ

Dünyanın hızla artan elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilmek için kurulan elektrik santrallerinin güçleri ve toplamları giderek büyümektedir. Genellikle dağıtılmış bir alana yayılan bu santrallerin ürettiği elektrik enerjisini tüketim merkezlerine getirebilmek ve dağıtabilmek için gerekli enerji nakil hatlarının sayısı da bu duruma paralel olarak artış göstermektedir.

Enerji nakil hatları ile birbirlerine bağlı olan santraller ve tüketim merkezleri bir ulusal elektrik sistemi meydana getirmektedir. Bu sistemin amacı, herhangi bir santralin devreden çıkması veya bir hattın açılması durumunda devrede kalan diğer santral ve hatların yardımıyla enerji kesintisini önlemektir.

Bu şekilde çalışan sistemlerde elemanların sayısı arttıkça kontrol zorlaşmaktadır. Meydana gelen olaylar hakkında bilgi almak ve karar verebilmek için görevli personel sürat bakımından yetersiz kalmaktadır. Toplanan bilgilerin sayıları, toplama süreleri ve doğrulukları personelin sistemde meydana gelen olayları süratli ve doğru bir şekilde izlemesine imkan vermemektedir. Bundan dolayı arızalar çabuk genişleyebilmektedir.

Günümüz şartlarında en hızlı gelişen teknolojilerden birisi olan bilgisayarların elektrik enerji sistemlerine uygulanması yukarıda sözü edilen zorlukların büyük ölçüde aşılmasında ve elektrik enerji sistemlerinde otomatik kontrole geçilmesinde yardımcı olacaktır.

Güç sistemine ilişkin işleme şartları hakkında doğru ve eksiksiz bilgi alabilmek, kontrol merkezlerinin sahip olduğu olanaklarla orantılıdır. Bir kontrol merkezinin temel işlevi olan emniyet gözlemlene (Security Monitoring) şebekeye ilişkin verileri toplamakta ve kontrol merkezine bildirmektedir. Bu merkezlerin teknolojik olanaklarla emniyet faktörünü belirli bir seviyenin üstünde tutabilmeleri kontrolle doğrudan bağlantılı olan yük akışı, kısıtlılık analizi ve durum kestirimi gibi fonksiyonların da emniyet kavramı içine alınmasına olanak sağlamaktadır. Tüm bu fonksiyonlara ilişkin verilerin ortak olması güç sistemine ilişkin yazılımlarda büyük kolaylıklar sağlamaktadır.

Genel olarak kontrol merkezleri, işlevlerine göre sınıflandırılırlar. Çeşitli düzenlemelere bağlı olarak kontrol merkezinin fonksiyonları değişmektedir.

Dağıtım seviyesinde temel SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) fonksiyonları, merkezde ise çok geniş kapsamlı emniyet fonksiyonları ve enerji yönetim sistemi ele alınmaktadır.

Kontrol sistemlerinden beklenen temel fonksiyonlar ana hatlarıyla aşağıda verilmiştir.

-SCADA: Veri elde etme işleminin en önemli aşaması uzak terminal ünitelerinden (Remote terminal units) ham verinin elde edilmesi, analog verinin dijital işarete çevrilmesi ve elde edilen verilerinden veri tabanının oluşturulmasıdır. Uzak kontrol merkezlerinin maliyeti kontrol sisteminin maliyetini en fazla etkileyen faktörlerden biridir. Bu nedenle bu tip kontrol birimlerine daha önceden sahip olunması halinde bunların değiştirilmesi ya da yenileştirmesi ekonomik faktörler göz önüne alınarak incelenmelidir. SCADA uygulamalarının şebekenin genel yapısı hakkında ileri düzeyde bilgi vermesi nedeni ile şebekelerin emniyetli çalışmasını sağlamak ve şebekenin kritik duruma düşmesini önlemek mümkün olmaktadır.

-Otomatik üretim kontrolü: Otomatik üretim kontrolü önceden belirlenmiş üretim merkezlerinin kontrolünün gerçek zamanda yerine getirilmesini sağlar. Bu programın uygulanması ekonomik yüklem kavramını da beraber getirmektedir.

-Emniyetli çalışmaya yönelik fonksiyonlar: Karmaşık bir güç sistemi incelendiğinde emniyet gözlem fonksiyonları yeterli olmayabilir. Ayrıca kısıtlılık analizi, reaktif güç optimizasyonu ve optimal güç akışı fonksiyonlarının da gerçekleştirilmesi istenebilir. Şebekedeki kesicilere ve diğer açma lapama devrelerine ait bilgiler herhangi bir devre topoloji programında kullanılarak şebekeye ilişkin bir topolojik model elde edilir. Bu model ve şebekeye ilişkin doğrulanmış veriler kullanılarak sistemin durum değişkenleri vektörü elde edilir. Bu vektör, sistem modelinde bulunan bara gerilimlerinin genlikleri ve faz açılarından oluşmuştur.

Durum kestiriminde kullanılan veriler aktif ve reaktif güç akışı değerleri ve gerilim genlikleridir. Bu veriler emniyet gözleme programları tarafından da

kullanılmaktadır. Bunun neticesinde durum kestirimi fonksiyonunun gerçekleşmesi daha ekonomik hale gelmektedir.

Durum kestirimi işlemi sonucu elde edilen veriler kısıtlılık analizi (Contingency analysis) hesaplarında kullanılabilir. Hatlara, transformatörlere ve generatörlere ilişkin veriler kısıtlılık analizi programının verilerini oluşturur. Bu işlem sonucunda hatların aşırı yüklenmesi ve limit gerilimler gibi kısıtlamalar belirlenir.

Aynı program ikinci aşamada elde edilen kısıtlamaları değerlendirerek güç sisteminin emniyetli çalışmasına en uygun kısıtlılık şartlarını belirler.

Benzer şekilde, yine durum kestirimi verileri ekonomik yükleme problemlerinde kullanılabilir.

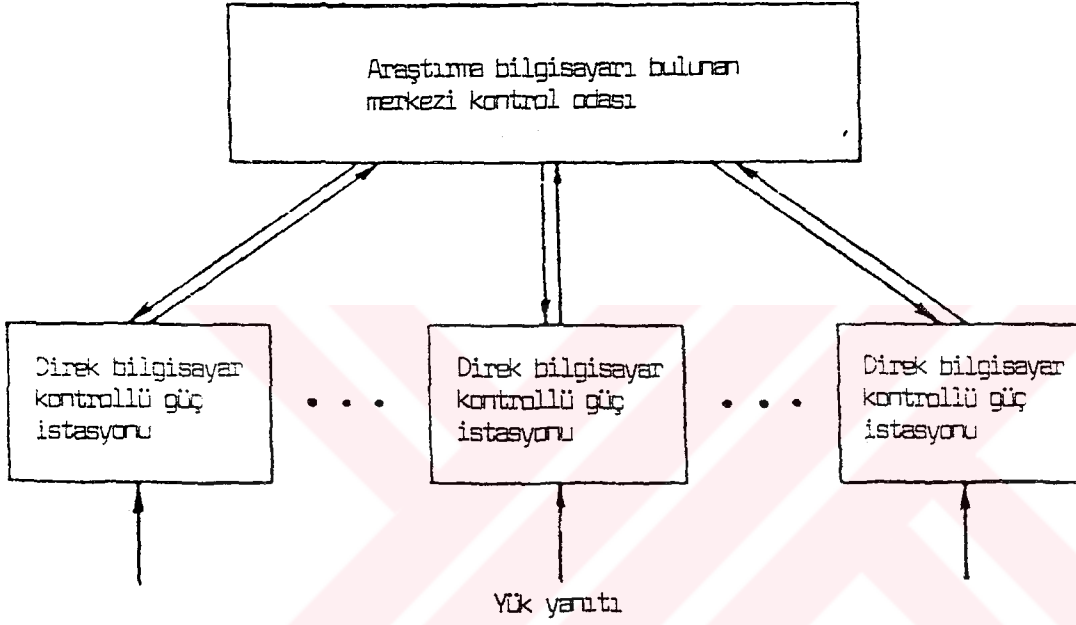
Kontrol merkezinde uygulanan tüm programlar optimal yük akışı problemlerinin çözümünde önemli rol oynarlar. Mümkün olan yük, üretim ve topoloji değişikliklerinin sistemin işleme şartlarını ne ölçüde etkileyeceği böylelikle belirlenir.

Kontrol merkezlerinin işlevleri iki aşamada incelenebilir. Bunlar gelen verilerin değerlendirilmesi ile şebekenin hangi durumda olduğunu belirlemek ve tüketicinin isteklerine uygun bir servis kalitesi ile ekonomik işletme koşullarını bir arada gerçekleştirmektir. Bir elektrik şebekesi genelde son derece karmaşık bir yapıya sahiptir. Şebekelerin incelenmesinde elde edilen verilerin yeterli ve güvenilir olması bu nedenle önem taşımaktadır.

2.ELEKTRİK GÜÇ SİSTEMLERİNDE OTOMASYON

Elektrik enerji sistemleri de diğer sistemler gibi ayrı ayrı bağımsız seviyelerden ve hiyerarşik sistemlerden oluşur. Bu alt sistemlerin davranışları çevresel etkenlere ve merkezi kontrol talimatlarına göre değişir. Bu çok seviyeli sistem, sistem içerisindeki aktivitelerin koordinasyonunun adım adım yapılmasına, böylece sistem içerisinde her seviyede kontrol yapılmasına yardımcı olur. Bu koordinasyonun sağlanması sistemin optimal bir performansta işlemlerini sağlar.

Şekil 2.1 'de iki seviyeli bir güç üretim şebekesi gösterilmiştir. Burada sistem üst seviyede bir merkezi kontrol odası ve araştırma bilgisayarından, alt seviyede ise birbirinden ayrı enerji istasyonlarından oluşmaktadır. Bu seviyelerin sayısı arttırılabilir. Her üst seviye kendisine bağlı alt seviyelerin kontrolünü sağlar. Bu şekilde ulusal bir elektrik şebekesinin kontrolü de yapılabilir.



Şekil 2.1. İki seviyeli bir güç üretim şebekesi.

3.KONTROL SİSTEMLERİNİN GENEL YAPISI

Bir elektrik yüksek gerilim şebekesinden her an üretim ve tüketim koşullarına uyum sağlaması beklenmektedir. Bu hedeflerin gerçekleşmesi şebekenin işletilmesinden sorumlu kimseleri şebeke hakkında sürekli ve doğru bilgi toplamaya yöneltmektedir. Dolayısıyla şebekenin işletilmesi denilince karşımıza ekonomik kriterlere uygun olarak belirli bir servis kalitesini sağlayan, tüketicinin her an düzgün olarak beslenilmesini temin eden bir dizi gözleme, kontrol ve karar alma

mekanizmalarından oluşan bir işletme metodu çıkar. Haberleşme sistemlerindeki gelişmelerin doğal sonucu olarak günümüzde şebekelerin tek merkezden kontrolü mümkün olabilmektedir.

3.1 Kontrol Merkezlerinin Görevleri

Günümüzde sayısal tekniklerin elektronik gelişmelere paralel olarak büyük bir hızla arttığı ve halen kullanılmakta olan analog tekniklerin özellikle yeni sistemlerde yerlerini dijital tekniklere bıraktığı gözlenmektedir. Bunun en önemli sebeplerinden biri dijital devrelerin veri iletiminde ve gelişen iletim hatlarının tek bir merkezden incelenmesinde büyük kolaylıklar sağlamalıdır.

Bir kontrol merkezinin ilk hedefi sistemin emniyetli olarak işlemlerini sağlamaktır. Daha sonra ele alınması gereken hedef ise sistemin ekonomik işletimi olacaktır. Gerçekten bir enerji iletim sisteminin kontrolü sadece birkaç üretim merkezinin değil tüm sistemin kontrolünü içermektedir.

Bilindiği gibi bir uzaktan kontrol merkezinin ve çevre sistemlerinin yapısı geniş ölçüde iletim sisteminin işletiminden sorumlu kişilerin kararlarına bağlıdır. Kontrol sisteminin yapısı kendi içinde birçok alt ünitelerden oluşması ve bu ünitelerin kendi aralarında da bağlantılı olması nedeni ile oldukça karmaşıktır. Elektrik sistemlerinin tek bir elden yönetilmesi halinde kontrol sistemi iki ana bölümde incelenebilir. Bu tip sistemlerde ana kontrol merkezi tüm şebekenin işlemlerinden, yerel kontrol merkezleri ise ait oldukları bölgedeki şebekenin işlemlerinden sorumludur. Gerçekten ülkenin yüzölçümünün ve ulusal enerji politikasının kontrol merkezlerinin yapısına doğrudan etki ettiği göz önüne alınmalıdır.

Kontrol merkezlerinin fonksiyonlarını yapısal olarak iki ayrı kategoride toplayabiliriz. Bunlardan ilki kontrol merkezlerinin birbiri ile bağlantısını sağlayan iç fonksiyonlardır. Mesajların bir merkezden diğerine iletilmesi, hatların bu amaçla kullanılmasında izlenen protokol ilk kategoriye örnek olarak verilebilir. İkinci kategoride incelenmesi gereken fonksiyonlar uygulamaya yöneliktir. Bu gruba örnek olarak yük akışı kontrolü, ekonomik yükleme, durum kestirimi, gözlenebilirlik analizi gibi fonksiyonlar verilebilir.

Uygulamaya yönelik fonksiyonların farklı seviyede kontrol merkezleri arasındaki paylaşımı ana hatları ile şöyle gösterilebilir.

Ulusal kontrol merkezinin işlevleri:

- Yerel kontrol merkezleri arasındaki uyumun sağlanması
- Ekonomik yüklemenin gerçekleştirilmesi
- Diğer komşu ülkelerle güç alışverişinin gerçekleştirilmesi
- Enerjinin kesintisiz olarak temin edilmesi
- Güç sistemine ait tüm verilerin toplanması ve bu verilerin ileride değerlendirilmek üzere saklanması
- Şebekenin emniyetli çalışıp çalışmadığının gözlenmesi

Yerel kontrol merkezlerinin işlevleri:

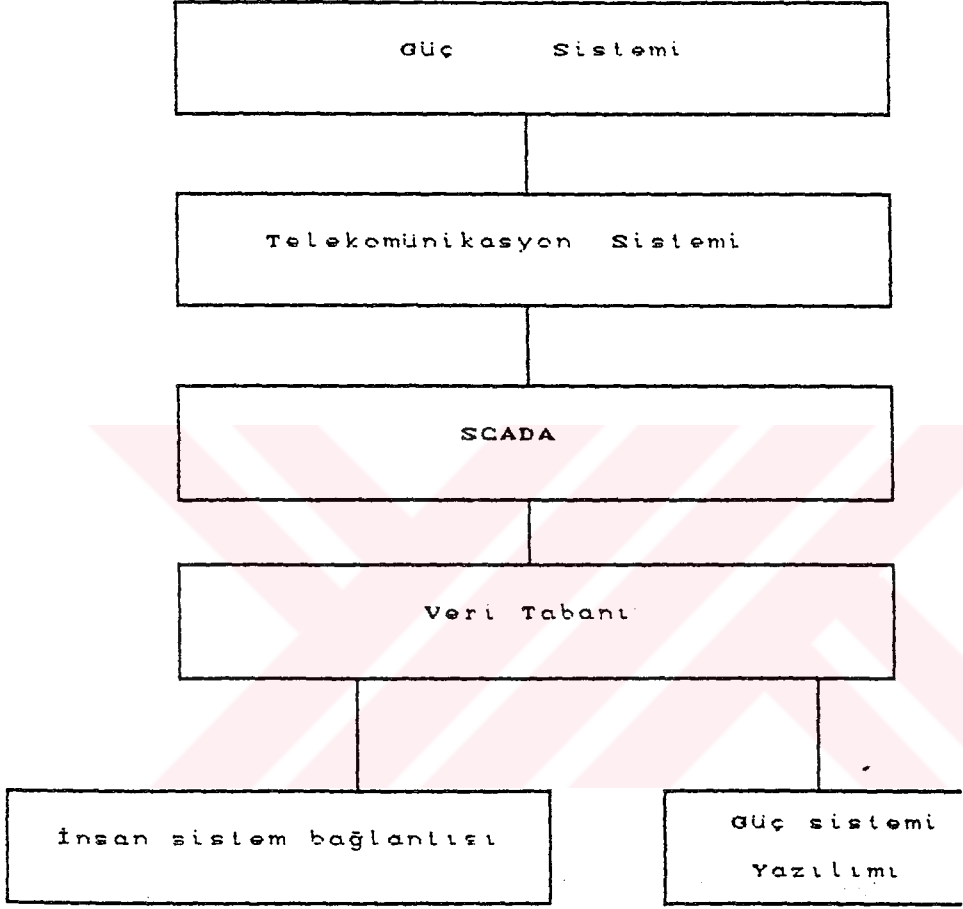
- Ulusal kontrol merkezinden gelen tüm isteklerin gerçekleştirilmesi
- Bara gerilimlerinin kontrol edilmesi
- Beklenmedik durumlarda gereken kararın verilmesi
- Uzak istasyonların kontrolü
- Mevcut sistemin işletme emniyetinin sağlanması

Modern kontrol sistemlerinde yerel kontrol merkezlerine bağlı olarak çalışan uzak kontrol üniteleri de bulunmaktadır. Bu ünitelerin görevi güç istasyonlarından gerekli veriyi almak ve bir üst düzeydeki kontrol merkezinden gelen istekleri yerine getirmektir.

3.2 Verinin Elde Edilmesi ve Doğrulanması

Modern kontrol sistemlerinin işletiminin kontrol ve planlaması önemli ölçüde sistem verilerinin alınmasına ve işlenmesine bağlıdır. Güç sistemlerinin geniş bir coğrafyaya dağılan bir özellik göstermesi veri iletilmesini büyük ölçüde ile-

tim hatlarına bağlamaktadır. Bir kontrol sisteminin prensip şeması şekil 3.1' de görülmektedir.



Şekil 3.1.Bilgisayar sisteminin prensip şeması

Güç sisteminin özelliklerini belirleyen veriler telekomünikasyon sistemi ile iletilmektedir. Aynı sistem kontrol sinyallerini güç sistemine gönderir. SCADA ise giriş çıkış bilgileri ile veri tabanı arasındaki bağlantıyı sağlar. İşletmedeki personel güç sistemine insan sistem bağlantı bölümü ile ulaşmalıdır. Güç sistemi yazılımı operatöre karar vermesi için yardımcı olmaktadır.

Bu sistemin en önemli fonksiyonu güç sisteminin gerçek zamandaki durumunu belirlemesidir.

Güç sistemi kontrol merkezlerinin sayılarının artması gerçek zamanda veri tabanının oluşturulması için yapılan çalışmalara büyük bir ivme kazandırmıştır. Bilindiği gibi veri tabanı kavramından, geleneksel dosyalama sistemi esas alınarak verinin ileri seviyede işlenmesi ve düzenlenmesi anlaşılmaktadır. Modern yüksek seviyelere ulaşabilmektedir.

Veri tabanının güç sistemlerinde emniyetle kullanılabilmesi için bir takım şartları sağlaması gerekmektedir. Bu şartları şu şekilde gruplayabiliriz.

-Şebekeye ilişkin hiç bir veriye bilgisayar programları tarafından doğrudan doğruya ulaşılmalı, programlar veriye kullanıcı tarafından belirlenen yöntemlerle dolaylı olarak ulaşmalıdır. Bu şekilde veri ya da programda olabilecek herhangi bir değişikliğin diğerini etkilemesi sağlanmış olmaktadır.

-Güç akışı, bara gerilimi gibi şebekenin fiziksel yapısını belirleyen veri tabanı sisteminde tekrarlamalardan kaçınılarak düzenlenmelidir.

-Sisteme ilişkin tüm verilerin beklenmedik dış etkiler nedeniyle bozulması önlenmelidir.

-Veri tabanı ve ilişkili fonksiyonların karmaşık yapısı nedeniyle kontrol merkezleri tarafından bunlara ulaşılması zaman almakta ve cevap verme süresi gecikmektedir. Gerçek zamanda kontrolde bu gecikmelerin olumsuz etkileri dikkate alınmalıdır.

3.3 Kontrol Sistemine İlişkin İşletim Fonksiyonları

Kontrol merkezlerinin enerji iletim sistemlerinin güvenilir olarak çalışabilmelerini sağlayabilmesi için, bu merkezlerin uygulamaya yönelik programlar gerek işletim programları tek bir bilgisayar sistemine bağlı olarak gerçekleştirilebilmektedir.

Bu amaçla gerçekleştirilen sistem işletim programı şu kademelerden oluşur:

-**Verinin elde edilmesi ve dağıtımı:**Uzak kontrol merkezlerinden gelen ölçümlerin ve diğer verilerin toplanmasına ve bu merkezlere gerekli komutların gönderilmesine yönelik bir programdır.

-**Veri alışverişi:**Komşu kontrol merkezleri arasında ya da farklı gerilim seviyesinde bulunan merkezler arasında isteğe göre veri alışverişini gerçekleştiren bir programdır.

-**Kumanda masası giriş çıkış fonksiyonları :**Şebekeye ilişkin çeşitli değerlerin sayısal ya da grafik olarak gözlemlenmesini sağlar.

-**Donanımın izlenmesi:**Haberleşme hatlarının, uzak kontrol merkezlerinin, bilgisayarlar arası veri alışverişinin izlenmesini sağlar.

3.4.Kontrol Merkezlerinin Tasarlanması

Teknolojik gelişmelerin sonucunda, gerek gelişmiş ülkelerde mevcut sistemin yenilenmesinde, gerek diğer ülkelerde bu deneyimlerden faydalanarak yapılan çalışmalarda uzaktan kumanda sisteminin yapısı ve enerji yönetim sisteminden beklenen özellikler değişmektedir.

Bir kontrol merkezine bağlı istasyonların ve alt istasyonların işlevleri aşağıda verilmiştir. Burada "s "sembolü istasyonları "b "sembolü ise alt istasyonları belirtmektedir.

-Yüksek gerilim donanımına kumanda edilmesi (s/b)

-Yüksek gerilim donanımından veri alınması (s/b)

-İnsan makine bağlantısı (s)

İstasyon bağlantısı (s/b)

-Senkronzasyon (s/b)

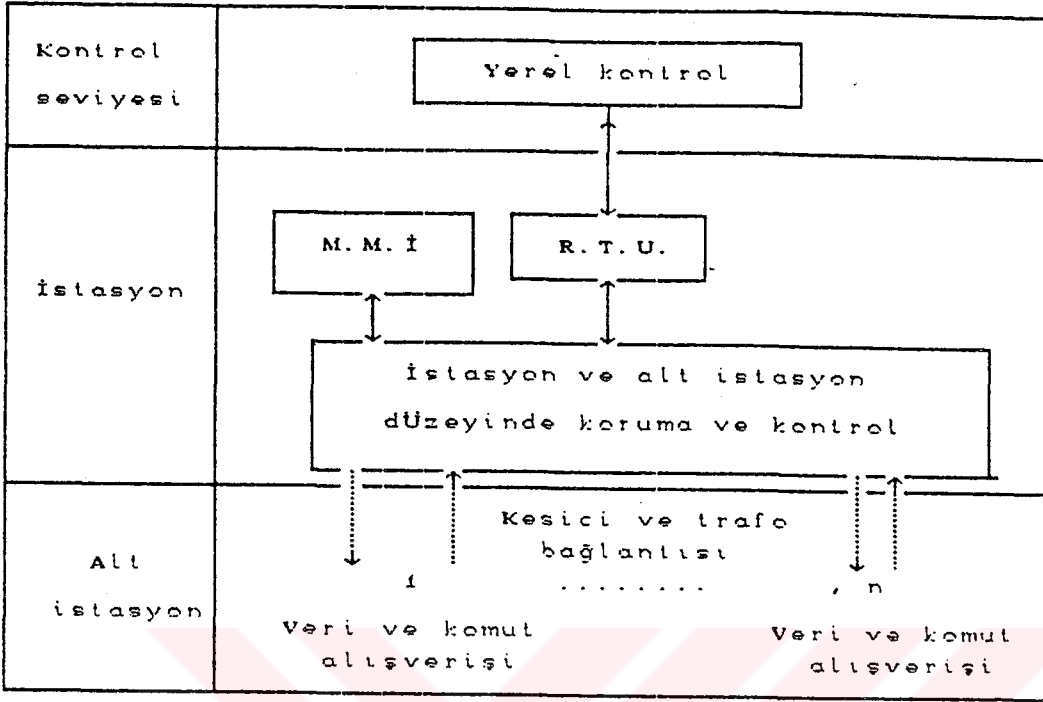
-Baraların korunması (s/b)

- Yük dağılımı (s)
- Gerilim ve reaktif güç ayarı (s)
- Osiloskop yolu ile gözlem (s/b) ve kayıt (s)
- Hatların kontrolü (b)
- Trafoların korunması (b)
- Alt istasyonlar seviyesinde bağlantı (b)

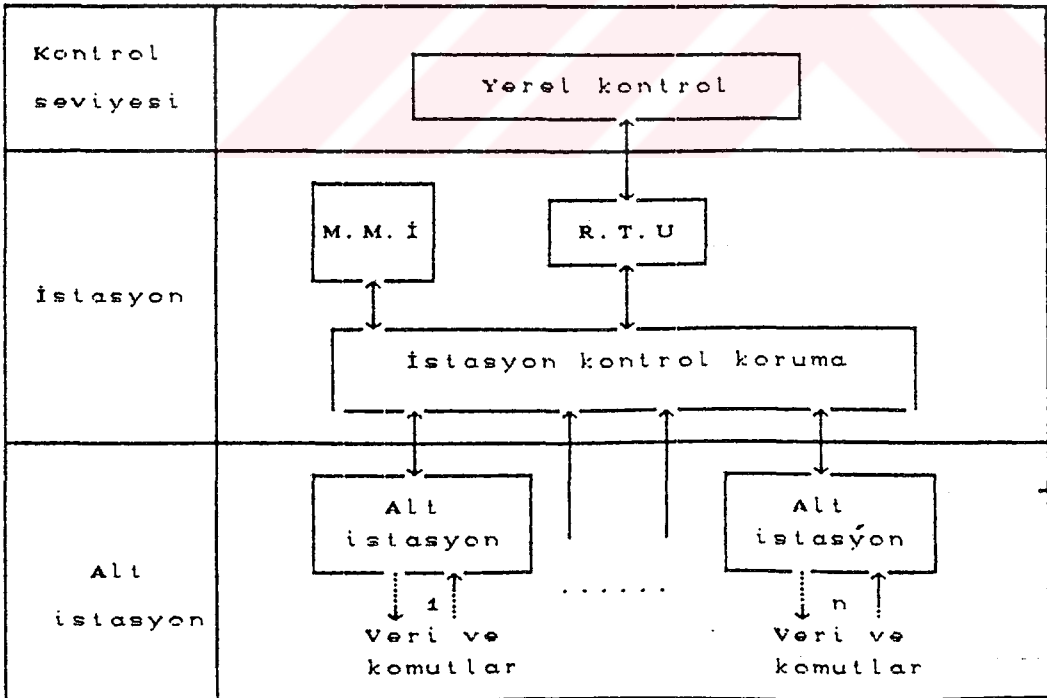
Alt istasyonların bulunmaması durumunda bu seviyedeki olaylar istasyon seviyesinde gerçekleşecektir. İntegre kontrol sistemlerinin en belirgin özelliği aynı verinin birçok yerde kullanılabilmesidir. Sistemde oluşan veri kaybı veya donanım arızalarının sadece alt istasyon seviyesinde kalması halinde, bu durumun geçici olarak kabul edilebileceğidir. Ancak sistemin çalışmasını etkileyebilecek bir veri kaybı veya donanım arızası riski varsa yedek sistemlerin bulundurulmasına özen gösterilmelidir. Aşağıdaki şekillerde kontrol merkezlerine ilişkin yapının bugünkü durumu ve tasarlanan yapılar incelenmiştir. Bu şekillerde kullanılan kısıtlamalar şunlardır:

- R.T.U.:Uzak kontrol merkezi (Remote Terminal Unit)
- M.M.I.:İnsan sistem bağlantısı (Man Machine Interface)
- D.A.C.U.:Veri elde etme ve kumanda ünitesi (Data Acquisition and Command Unit)

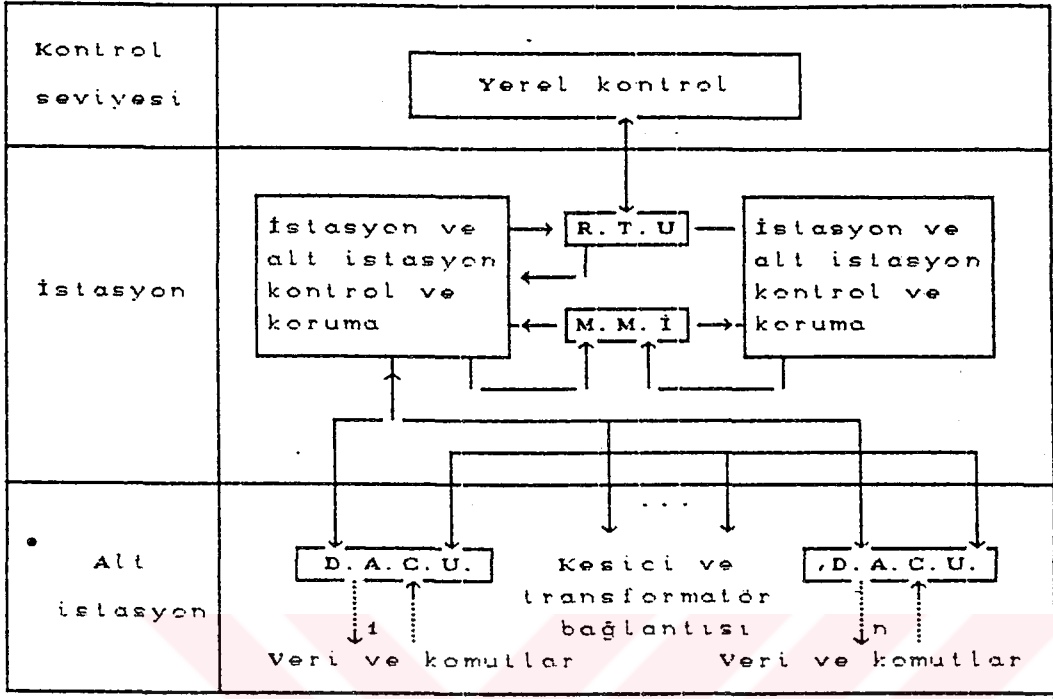
Bu birim güç sistemi ve kumanda sistemi arasında bağlantı kurmaktadır.



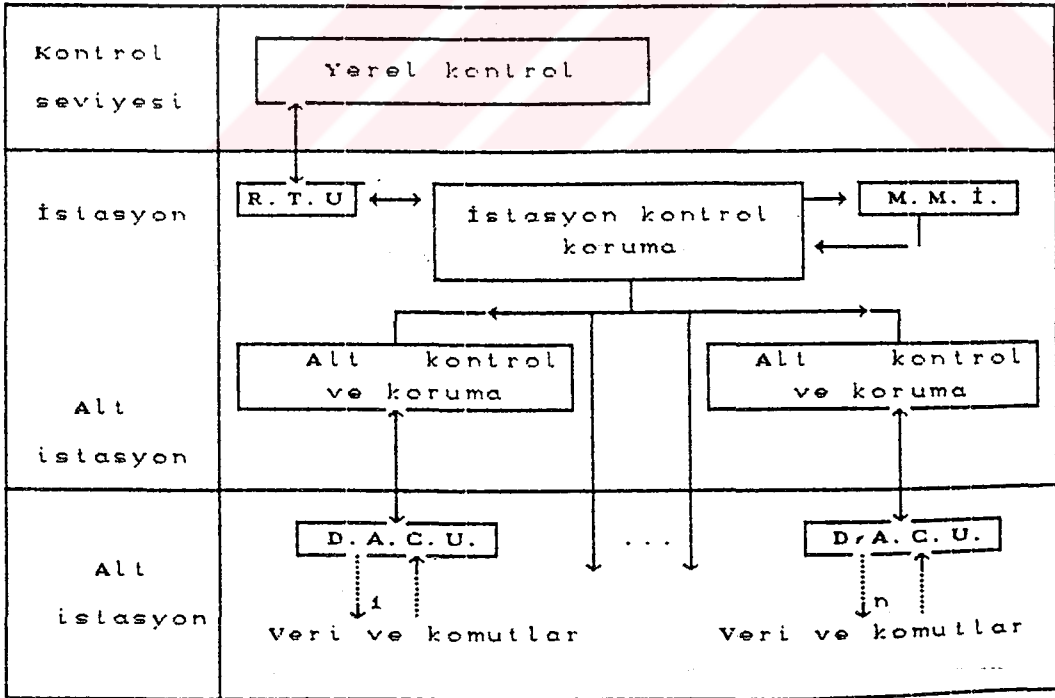
Şekil 3.2. Alt istasyonsuz şü anki düzenlemeye ilişkin prensip şeması



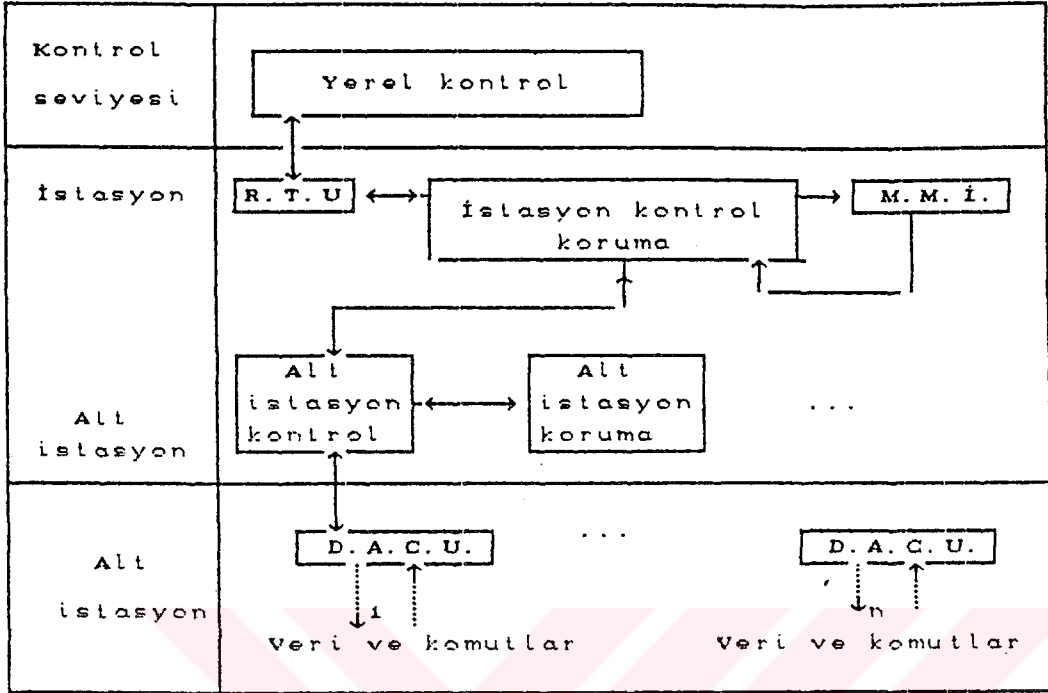
Şekil 3.3. Alt istasyonlu şü anki yapı



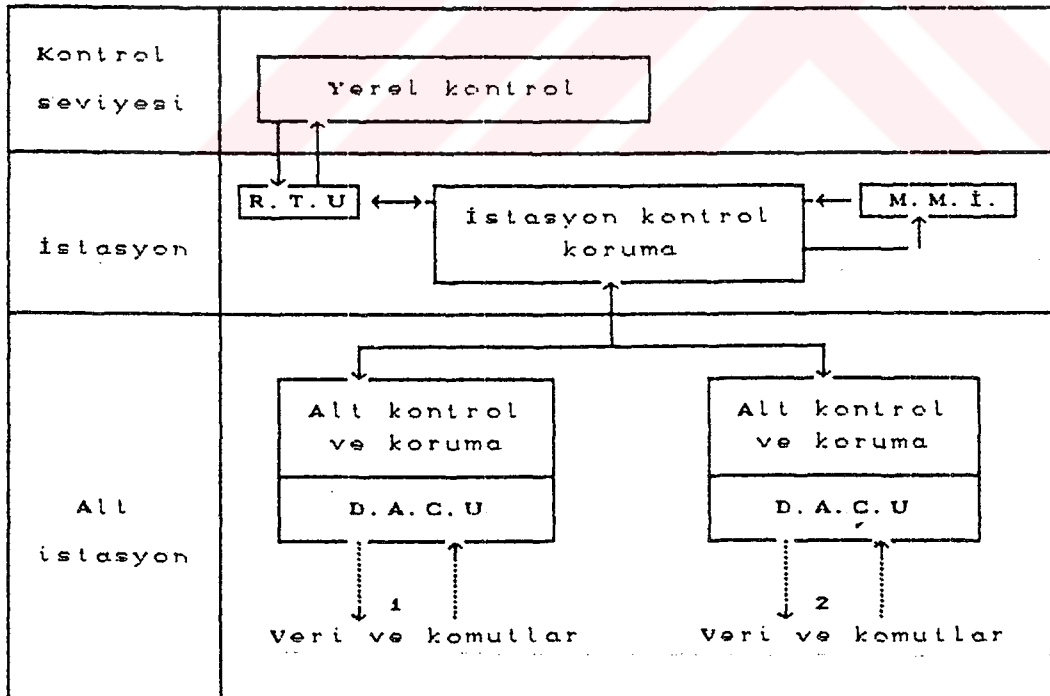
Şekil 3.4. Tasarlanan birinci düzen



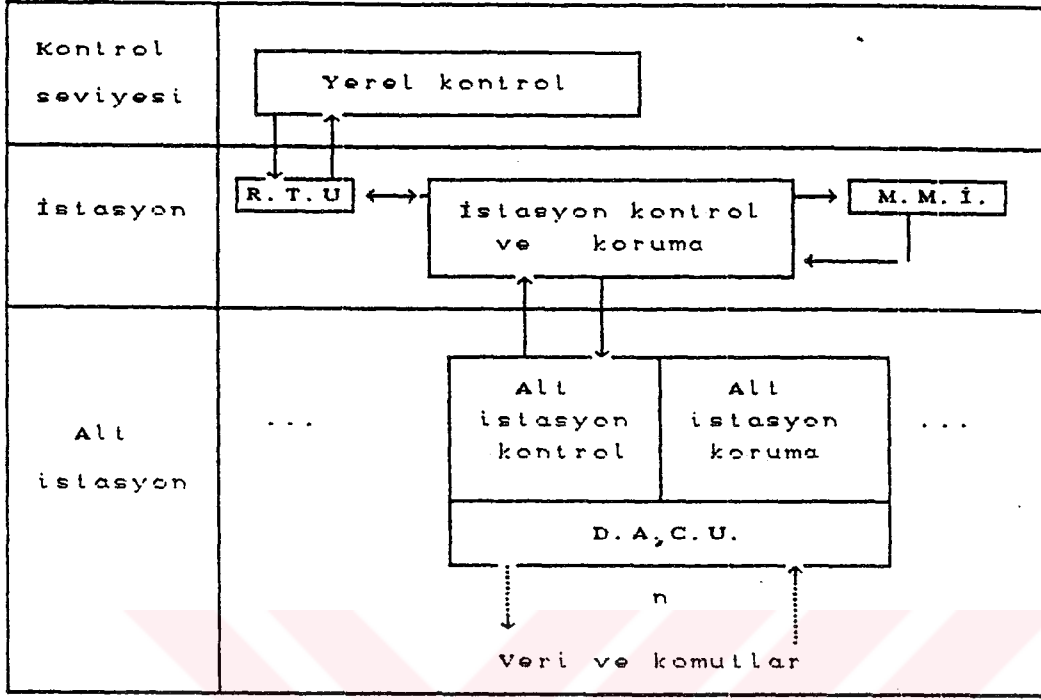
Şekil 3.5. Tasarlanan ikinci düzen



Şekil 3.6. Tasarlanan üçüncü düzen



Şekil 3.7. Tasarlanan dördüncü düzen



Şekil 3.8. Tasarlanan beşinci düzen

Günümüzde kullanılan santral istasyonu tipleri şekil 3.2 ve şekil 3.3' de görülmektedir. Şekil 3.2' de santrala ilişkin tüm donanım bir merkezde toplanmış, şekil 3.3' de ise bu donanım geniş bir alana yayılmıştır. Bu düzenlemede bir veya iki alt istasyona ait donanım bir arada bulunmaktadır. Bu iki tip dizayn dışında sistem kontrol seviyesi ile istasyon kontrol seviyesini birbirine bağlayan düzenler tasarlanmıştır.

Şekil 3.4' de merkeze bağlı tek seviyeli bir kontrol merkezi görülmektedir. Temel işlevler merkez bilgisayar ünitesi tarafından gerçekleştirilmektedir. Diğer tüm şekillerde istasyon seviyesinin altında bir seviye bulunmaktadır. Bu tip kontrolde merkez ile istasyonlar birbirinden ayrılmıştır ve istasyonlarda bulunan bilgisayar grubunun her bir elemanı bazı temel işlevleri ortak veri tabanı kullanarak yerine getirmektedir.

Şekil 3.5' de alt istasyona ait kontrol ve koruma üniteleri bir üst seviyedeki istasyonla aynı yerde bulunmaktadır. Şekil 3.6' da aynı alt istasyona ait kontrol ve koruma birimleri birbirinden ayrılmıştır. Şekil 3.7' de alt istasyon kontrol ve koruma üniteleri ortak olarak istasyondan ayrılmış, şekil 3.8' de ise istasyondan ayrılan kontrol ve koruma üniteleri iki farklı birimden oluşmuştur.

4.YÜKSEK NİTELİKLİ GÜÇ SİSTEMLERİ İÇİN DAĞITIM OTOMASYONU SİSTEMLERİ

Bilgisayarın günlük hayatımıza da hızla girmesiyle, güç sistemlerinin de tüketicilere yüksek kaliteli (kesintisiz) elektrik enerjisi temin etmesi zorunlu hale gelmiştir. Sözü edilen yüksek kaliteli elektrik enerjisini temin etmenin tek yolu güç sistemlerini otomatik olarak yönetmektir. Kısaca otomasyon diyebileceğimiz ve Japonya' da uygulanan bu sistemin teknik olarak nasıl gerçekleştirildiği, bu bölümde anlatılmaya çalışılacaktır.

Güç sistemlerinin normal işleyişi dışına çıkmasına sebep olan faktörlerden en önemlisi hatlarda ve generatörlerde meydana gelen çeşitli tiplerdeki kısa devre arızalarıdır. Bu arızalar sonucunda hat veya generatör devre dışı kalmakta, eğer gerekli önlem alınmazsa enterkonnekte şebeke kararlılığını kaybedip ülke genelinde elektrik kesintilerine varan olaylarla sonuçlanabilmektedir. Güç sistem otomasyonundan beklenen görev, bu arızanın en kısa zamanda farkedilip, gerekli kontrol işaretinin üretilerek bu işaretin istenen noktaya en kısa zamanda ulaştırılmasıdır.

Güç sistem otomasyonundan (G.S.O) beklenen diğer önemli görevde, ülke genelinde elektrik enerjisi üretimini, tüketicilerin talebine göre kontrol etmektir. Bu işi hızlı yapması gerektiği gibi, üretilen enerjinin maliyetinin de minimum olmasını sağlamaktır.

Üretim kontrolünde kullanılan elemanlar; kontrol bilgisayarları, uzaktan kontrollü anahtarlar, uzak kontrol üniteleri (Remote Terminal Units-RTU) ve haberleşme sistemidir.

Haberleşme sistemi, kontrol bilgisayarı ile anahtarların kontrol edilmesine olanak sağlayan RTU' ları birbirine bağlar.

Otomasyon kullanılsın veya kullanılmasın, arıza halinde sistemin mümkün olduğu kadar küçük bir bölümünün devre dışı kalması ve devre dışında kalma süresinin minimum olmasını sağlamak ana hedeftir. Otomasyonsuz güç sisteminde özel koruma rölelerinin seçiciliği sağlayacak şekilde yerleştirilmesi ile mümkün olduğu kadar küçük bölgenin sistem dışı kalması sağlatılabilirse, sistem dışı kalan bu bölgenin en kısa zamanda devreye alınması hedefi pek gerçekleştirilememektedir. Çünkü koruma rölelerinin kumanda ettiği kesiciler devreyi açtıktan sonraki yeni durumun dağıtım merkezindeki operatör tarafından farkedilmesi ve gerekli manevranın yapılması vakit almaktadır.

4.1.G.S.O. ile Arıza Kontrolü

Son günlerde farklı bir yaklaşımla arızalardan dolayı meydana gelen kesintileri minimuma indirmek için kesintisiz bir sistem geliştirilmiştir.

Bu yaklaşım dağıtım hatlarındaki arızaların büyük bir çoğunun faz-toprak kısa devresi olması ile özellikle toprak temassız ve direnç üzerinden temaslı , toprak kısa devre arızalarında arıza akımının büyük olmaması temeline dayanmaktadır.

Sonuç olarak, bir toprak arızası sonucunda arızasız bölgelerdeki kesintiler önlenebilir. "Kesintisiz sistem "denilen bu sistemin beş bileşeni vardır.

Bunlar: (Şekil 4.1)

- 1-)Ana istasyon (Master station)
- 2-)Uzak terminal üniteleri (RTU)
- 3-)Hat sensörleri (Line sensör)
- 4-)Uzaktan kontrollu SF₆ kesiciler
- 5-)Fiber optik kablolar

4.1.1.Ana İstasyon

Ana istasyon, bir kontrol bilgisayarı, optik haberleşme cihazı ve bir kesintisiz güç kaynağından (UPS) oluşur. Büyük ölçekli bir otomasyon sisteminde kontrol bilgisayarı için pek çok seçenek vardır.

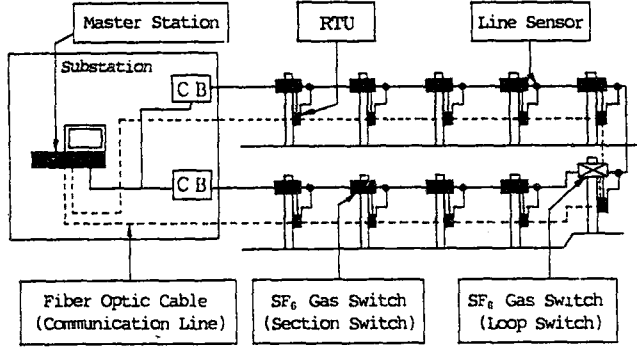
Bunlar: (Şekil 4.2)

- a) **Tek işlemcili sistem:** Eğer bilgisayar bozulursa, sistem kontrolden çıkar.
- b) **Çift işlemcili sistem:** Eğer bir bilgisayar bozulursa, diğer bilgisayar tüm sistemi kontrol altına alır.
- c) **Müльти işlemcili sistem:** Otomasyon sistemi parçalara bölünür. Her parça küçük kapasiteli ana bilgisayarlardan yönetilir. Eğer bir kompüter bozulursa, sadece o kompüterin yönettiği bölge kontrolde çıkar.
- d) **Multiplex sistem:** Otomasyon sistemi parçalara bölünür. Her parça bir ana bilgisayar tarafından yönetilir. Bir ana bilgisayar iki parçayı yönetir. Bir bilgisayar bozulsa bile, hala tüm sistem kontrol altındadır.

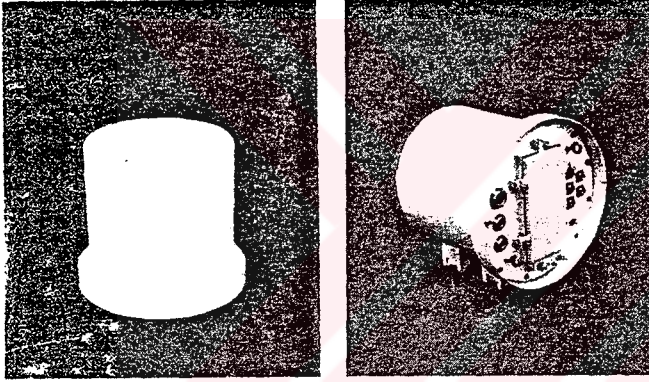
Dağıtım otomasyonunun gelişimi ile, “Kesintisiz sistem” büyük kapasiteli bilgisayar olmaksızın her ana istasyonu şekil 4.1’ de gösterildiği gibi bağlayarak genişletilebilir. Aynı zamanda “kesintisiz sistemi” diğer otomasyon sistemleri ile bağlamak mümkündür.

4.1.2.Uzak kontrol Ünitesi (RTU)

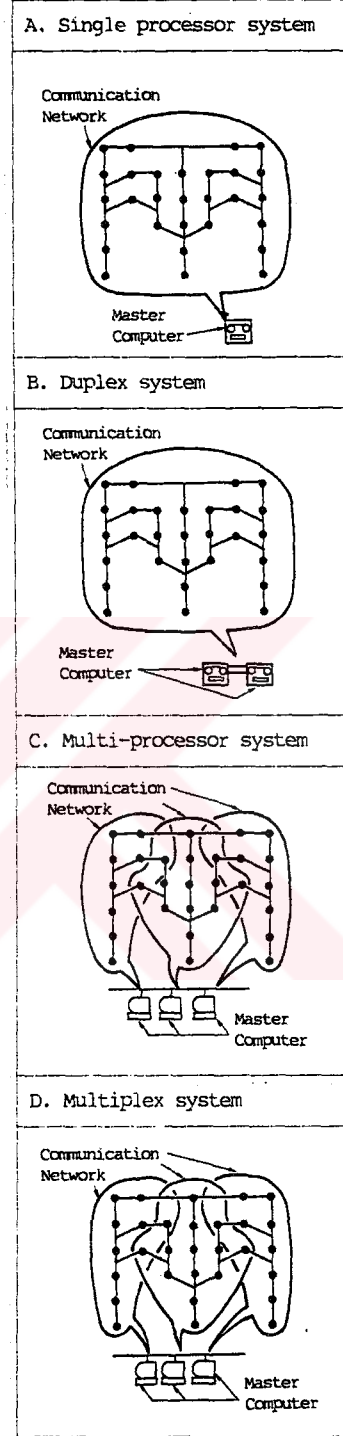
RTU’ nun işlevi ana istasyondan gelen komutlara göre anahtarları kontrol etmek, yönetmek, veri toplamak ve hat sensörlerini kullanarak hata aramaktır. Bunlardan başka ana istasyon ile diğer RTU’ lar arası haberleşmeyi sağlar. Anahtar sadece ana istasyon tarafından değil, RTU’ daki bölgesel anahtar tarafında yönetilir.



Şekil 4.1. Kesintisiz bir sistemin yapısı



Şekil 4.3 Uzak Terminal Ünitesi



Şekil 4.2. Ana Bilgisayar Sisteminin Yapısı

RTU' lar normalde düşük bir gerilimle çalıştırılır. Yedek piller arıza anındaki elektrik kesilmesinde çalışmayı sağlar. Aynı zamanda RTU, hat sensörlerinden gelen verileri kullanarak kısa devre arızası ile toprak arızasını ayırdedip hata arayan devre içerir.

Şekil 4.3' te bir RTU gösterilmektedir. Su sızdırmaz çelik zırh, anahtar kontrol devresi ve haberleşme devresini nem ve gürültüden korur.

4.1.3.Optik Hat Sensörü

Bu sensörler faz akımlarını ölçüp, fiber optik kablo vasıtasıyla RTU' ya veri iletir. Ayarlanabilir kablo tutucuları, değişik büyüklükteki iletkenlere asılmasına imkan verir ve şekil 4.4.' de görüldüğü gibi montaj içi sıcak hatlı koşullarda yapılabilir.

4.1.4.Uzaktan kontrollu SF₆ anahtarlar (kesiciler)

Kesintisiz sistemde yüksek kaliteli uzaktan kontrollu, paslanmaz çelik zırhla tamamen korunmuş SF₆ kesicileri kullanılır. (Şekil 4.5) Bu kesici yüksek dayanıklılık ve yük kesme performansına sahiptir. Çünkü daha yüksek dielektrik dayanım ve ark söndürme özelliğine sahip SF₆ gazı kullanılır. Bir tampon silindir sistemi ark söndürücü olarak çalıştırılır. Bu mekanizmada SF₆ gazı hareketli kontaklara bağlı tampon silindir içinde bulunur.

Devre açıldığı zaman gaz, elektrodların olduğu kısma girer ve arkı söndürür. Sistem yaklaşık bir periyod içinde arkı söndürür. Bin anahtarlama işleminden sonra bile nominal gaz basıncı 1.5 bar' dır ve 1.5 KA' e kadar toprak arıza akımını keser.

Gaz basıncı düştüğünde kesiciyi kilitleyen bir kilitleme cihazı kullanılır.

4.1.5.Optik haberleşme sistemi:

Kesintisiz sistemde kullanılan fiber optik haberleşme sisteminin veri transfer oranı saniyede bir milyon bit' tir. Bu hızda veri, diğer haberleşme sistemlerinden bin ila onbin kat daha hızlı gönderilmektedir. Ne elektromagnetik ne de radyo parazitlerinden etkilenmediği için fiber optik kablo haberleşme sisteminin

güvenilirliğinin arttırır.

4.2.Arızalı Bölgenin Sistem İçinden İzole Edilmesi

Yüksek hızlı haberleşme sistemi sayesinde arızalı kısım, arıza oluşumundan hemen sonra belirlenebilir. Sonuç olarak hem kesinti zamanı hem de kesintiye uğrayan bölge miktarı gözle görünür bir şekilde azalır.

4.2.1.Toprak teması arızalar

Toprak teması bir arızada, arıza akımının değeri topraksız şebekede 10 A, direnç üzerinden topraklanmış şebekede ise 1 KA civarındadır. Arızalı kısım, alt istasyondaki kesicinin açılmasına gerek kalmaksızın izole edilir. Çünkü arıza akımı topraklanmış sistemlerdeki anahtar tarafından kesilebilir. Sonuç olarak arızasız bölgeler, arızadan etkilenmezler. İzolasyon prosedürü şekil 4.6' da gösterilmektedir. Bir toprak teması arıza oluştuğunda, ana bilgisayar yüksek hızlı haberleşme sistemi vasıtasıyla arızalı bölgedeki hat sensörlerinden arıza sinyallerini toplar ve arızanın nerede olduğunu araştırır. Sonra ana bilgisayar RTU' ya çevrim anahtarını (Loop switch) kapaması için bir kontrol sinyali yollar. Bu anahtar, kapama bobininin enerjilendiği andan itibaren yaklaşık 140 ms içinde kapanır. (Şekil 4.7) Daha sonra ana bilgisayar, arızalı kısmın kaynak ve yük taraflarındaki anahtarların açılması için bir kontrol sinyali gönderir. Bu anahtarlar, açma bobinleri uyarıldıktan 50 ms sonra açılır. Devrede kalan hatlardaki aşırı yüklenmeyi önlemek için, periyodik olarak değişen yüklenme koşullarına göre çevrim anahtarı seçilir.

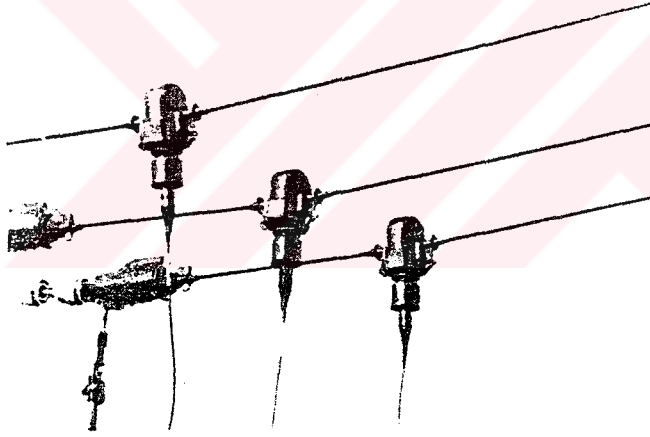
Bütün bu işlemler kesici devreyi açmadan tamamlanır. Toplam zaman toplam RTU sayısına bağlı olarak küçük değişimler gösterir. Örneğin RTU sayısı 100 ise, izolasyon işlemi yaklaşık 700 ms' de tamamlanır. Bu sistem bir ana komputere RTU' lara haberleşmeyi 50 ms içinde yapılmasını mümkün kılar.

Direk topraklı ve çok yerden topraklanmış sistemde, arıza noktasındaki ağaçlar ve hayvanlar ile arıza dirnci büyüdüğünden, arıza akımları 1.5 KA' dan daha az değerlerle sınırı kalır. Bunun için bu kesme işlemi, böyle topraklanmış sistemlerde de etkilidir. Eğer arıza akımı 1.5 KA' i aşarsa bu işlemin yerini (b) şikkında bahsedilecek olan benzer kesme işlemi alır.

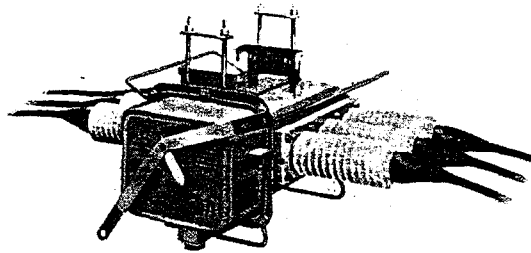
Uzaktan kontrollu sistemde bütün bölgeler bir an için kesintiye uğrar. Çünkü alt istasyon kesicisi açılır. İzole edilmiş bölgenin uzunluğu küçüktür çünkü çok fazla bölge anahtarı vardır. Tekrar kapamalı sistemde ise, arızalı kısmın kaynak tarafı kesintiye uğramaz. Bununla beraber tekrar kapamalı anahtarlar arasında büyük bir bölge kesintiye uğrar. Diğer taraftan kesintisiz sistemde ise, arızalı bölge kesici açmadan devre dışı kalır. Sonuç olarak kesime uğrayan bölge, sadece arızalı bölge kadardır.

4.2.2.Toprak temassız kısa devre arızaları

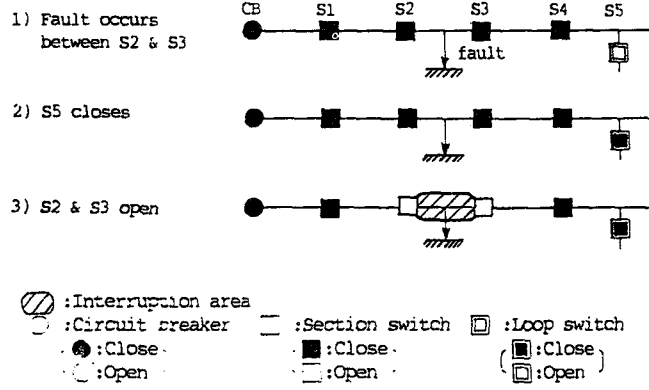
Bu tip bir arızada, anahtarlar kısa devre akımını kesemezler. Bu akım çoğunlukla 10 KA' i aşar. (topraklanmamış şebekede) Bu yüzden arızalı bölgenin her iki tarafındaki anahtarlar, kesici devreyi açtıktan sonra açılır. Bir kısa devre arızası olduğunda ana bilgisayar arızayı arar ve arızalı bölgeyi belirler. Devre kesicileri açtıktan sonra her iki taraftaki anahtarlar açılır ve devre kesicilerini tekrar kapatır. Bunun için sadece bir kesme oluşur ve izolasyon devre kesicisinin tekrar kapama zamanı hariç bir saniye içinde tamamlanır.



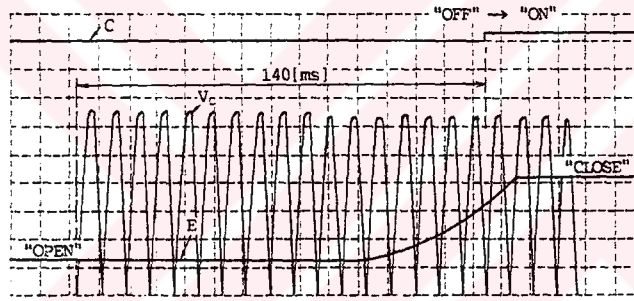
Şekil 4.4. Optik hat sensörü



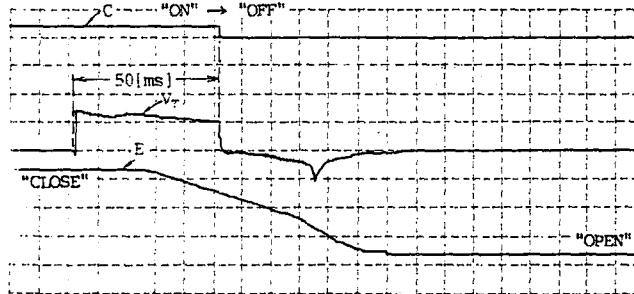
Şekil 4.5. Uzaktan kontrollu SF₆ kesici



Şekil 4.6. Bir toprak kısa devresinde arızalı kısmın devre dışı kalması işlemi



(a) Closing



(b) Opening

C : Contact for supervision of the switch
 E : Position of electrode
 V_c : Excitation voltage on a closing coil (AC voltage)
 V_t : Excitation voltage on a tripping coil (DC voltage)

Şekil 4.7. Anahtarlama işlemi

5.GERİLİM VE REAKTİF GÜÇ KONTROLU İÇİN BİLGİSAYAR TABANLI YARDIMCI OPERATÖR SİSTEMİ TASARIMI

Güvenli bir güç sistem işleyişi için, acil durumlar halinde (Gerilim dalgalanmaları, kısa devre arızaları vb.) hızlı ve hassas manevralar yapmak gerekli koşuldur. Bu bölümde bahsedilen ve Amerika' da da uygulanmış olan, işlemlerin bilgisayar destekli bir sistemle nasıl yapılacağı anlatılacaktır. (Daha ziyade gerilim ve reaktif güç kontrolü için)

Gerilim ve reaktif güç problemleri, güç sistemlerinde yeni değildir. Bunun yanı sıra;

1-)Dağıtım hatlarında herhangi bir gelişme olmaksızın, yük talebindeki önemli artışlar,

2-)Enerji transferi amacıyla birbirine bağlı enterkonnekte şebekelerdeki artış, gibi şebekelerle, yeterli bir gerilim ve reaktif güç kontrol projesi zorunlu hale gelmiştir.

Modern elektrik üretici kuruluşlar, sistem gözlenmesi ve kontrolunda Enerji Yönetim Sistemini kullanırlar. (Energy Management System-EMS) Fakat ne yazık ki sistemin gerilim problemlerinin çözümü bu EMS' ler tarafından yapılamamaktadır. Bunun yerine, kontrol masasında sadece alarm mesajı görülür.

Güç sistemleri günden güne genişlediği ve daha karmaşık hale geldiği için, sistem operatörü açısından gerilim problemleri çözümünde doğru karar vermek çoğu zaman zordur.

Modern kontrol merkezlerinde gün geçtikçe daha çok kullanılan bazı optimal güç akışı programları (Optimal power flow-OPF) gerilim ve reaktif güç kontrol işlevini yerine getirmektedir. Fakat uygulama sahası ve pratik açıdan değeri hala, çok fazla kontroledilen değişken ve analog kontrol gibi, yetersizlikle sınırlanmaktadır. Bu araştırmanın amacı kesici durumları, bara gerilimleri ve reaktif güç akışı gibi sistem durumlarını gözleyebilen bir kontrol projesinin gelişimini incelemektir. Bara geriliminin normal değerinden sapsması halinde tasarlanan sistem uygun

gerilim kontrol elemanlarını seçebilmekte ve her eleman için gerekli kontrol miktarına karar verebilmektedir. Bilgisayar kontrollu üretim stratejisi, bazı kontrol yeteneğine sahip sistem operatörlerine, gerilim problemlerinin çözümüne yardımcı olur.

5.1.Tasarımda göz önüne alınan faktörler

Bir sistemde, gerilim ve reaktif güç kontrolunda operatörlere yardım etmek amacıyla kontrol stratejileri üretmek için birkaç önemli özelliğinin bilinmesi gerekir.

5.1.1.Gerçel zamanlı donanım

Yardımcı operatör sistemi gerçek bir güç sistem kontrol merkezinde beklenmedik reaktif güç ve gerilim sapması halinde kontrol stratejileri üretmek için kullanılacaktır. Gerçel zamanlı bir donanımına, kontrol planını denemek ve gözden geçirmek için ihtiyaç duyulur. Kontrol planını tam anlamıyla test edebilecek şekilde, bütün olası beklenmedik olayları oluşturmak için, bir güç sistemi simülasyon laboratuvarına ihtiyaç vardır. Bu laboratuvarın bir EMS ile de bağlantılı olması gerekir. Böylece tam anlamıyla gerçek bir güç sistem simülasyonu yapılmış olacaktır.

5.1.2.Kaynak kısıtlamaları

Genellikle modern kontrol merkezinde EMS değişik işlevleri yerine getirmek için kullanılır, devre analizi, üretim planlaması ve kontrolü, SCADA ... gibi. EMS' deki kaynak kısıtlamasını engellemek için gerilim ve reaktif güç kontrol planı bir mikro bilgisayar (PC) tarafından gerçekleştirilir. PC' nin görevleri aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- a)Sistem gerilimleri ve reaktif güç akışını gözlemek, toplanan bilgileri EMS ile paylaşmak
- b)Olayları bulmak: Gerilim sapması veya reaktif güç değişimleri v.b. -
- c)Kontrol stratejileri üretmek

d) Bazı kontrol faaliyetlerinin sonuçlarını önceden tahmin etmek

Bu noktadan sonra konunun daha iyi anlaşılabilmesi amacıyla Amerika' da Enerji Sistem Araştırma Merkezindeki (Energy System Research Center-ESRC) simülasyon ve kontrol laboratuvarı üzerinde durulacaktır.

5.2.ESRC' nin Güç Sistem Simülasyon Laboratuvarı

ESRC güç sistem laboratuvarı küçültülmüş elemanlar ve kullanıma hazır bir EMS içerir. Sistem modüler bir yapıdadır; yani sistemin ana elemanları özel bir devre konfigürasyonu için sabit bir şekilde değildir. Sistem kolayca tekrar düzenlenebilir ve modüler elemanların bağlantılarının değiştirilmesiyle genişletilebilir. Örneğin transmisyon hattı, transmisyon hat modülünün değiştirilmesiyle herhangi bir uzunluğa değiştirilebilir. Şekil 5.1. sistem bağlantısını göstermektedir. Her blok aşağıdaki kısımlar da kısaca özetlenecektir.

5.2.1.Generatörler:

Bir 10 KVA ve iki 5 KVA' lık makinalar sırasıyla 2000 MVA' lık nükleer ünite, 1000 MVA' lık buhar türbinli ünite ve 1000 MVA' lık hidro üniteyi simüle ederler yani benzerşimini oluştururlar. Her motor generatör grubu makinanın atalet moment sabitini değiştirmek için ayarlanabilir volan tertibatına sahiptir ve bir mikro bilgisayar uyarma ayar karakteristiklerini simüle eder.

5.2.2.İletim (Transmission):

Transmisyon sistemi AC/DC taşıma hattı modülü içerir. AC taşıma hat modülü hava göbekli bobinler, indüktanslar ve kapasitörler kullanılır. Direk düzenlemesi ise Teksas Elektrik Kurumunun 345 KV taşıma hatlarından biridir.

5.2.3.Yük:

Yük bölümünde asenkron motorlar, direnç üniteleri, akkor flamanlı ve floresan lambalar gibi gerçek sistem yüklerini içerir. Gerçek dünyadaki yüklerde sürekli her an değişebildiğinden, gerçek durumu simüle etmek için programlanabilir Lojik Kontroller kullanılır. Bu PLC, yüklerin gerçek dünyadaki gibi sürekli değişimini sağlar.

5.2.4.EMS:

Kullanıma hazır EMS iki adet MODCOMP 7870 bilgisayar ve bununla ilgili çevre birimlerden; haberleşme ara birimi (VCI), 12 adet programlanabilir kanal işlemcisi (PCP), 7 adet uzak terminal ünitesi (RTU), 4 display ve kontrol masaları içerir.

EMS uygulama programları SCADA, otomatik üretim kontrolü, ekonomik etkinlik, enerji değişim planları, durum kestirimi v.b. içerir.

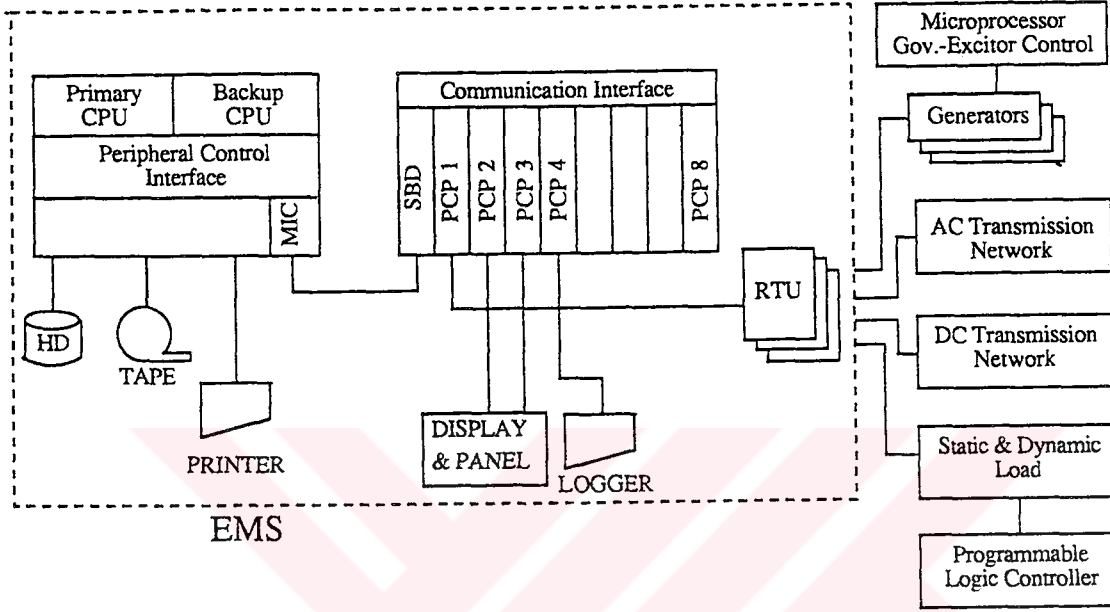
5.3.Kontrol stratejisi

Daha önce bahsedilen tasarım düşüncelerine ve mevcut laboratuvarın imkanlarına dayanarak, yardımcı operatör sistemi RS-232-C arabirim standardına uygun PCP'lerden birine bağlanan bir PC ile yapılır. Bu link içinde sistem enformasyonu, gerilim ve reaktif güç kontrolünü yapmak için EMS' den PC'ye doğru iletilir. Bu sistemin mimarisi şekil 5.2.de gösterilmiştir.

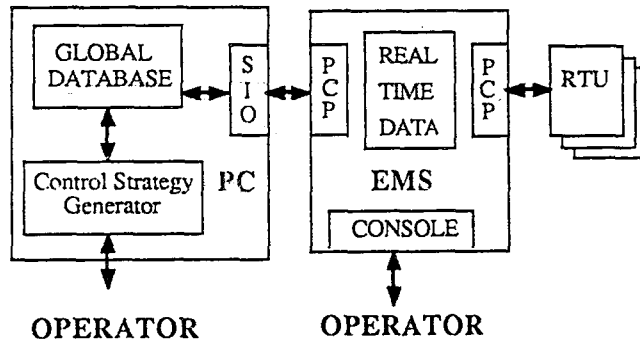
5.3.1.Kontrol cihazları

Genellikle bara gerilimlerini kontrol eden elemanlar, gerilim ve reaktif güç düzenleyici cihazlar olarak adlandırılır. Bunlar aşağıdaki kategorilere ayrılır:

- a) Generatör
- b) Trafo ayar kademeleri
- c) Şönt reaktör ve kapasitörler
- d) Senkron kondanselerler
- e) Statik var kompanzatorler



Şekil 5.1.ESCR güç sistem simülasyon laboratuvarının konfigürasyonu



Şekil 5.2.PC ve EMS arasındaki haberleşme hattı

5.3.2.Sistem enformasyonu (bilgisi)

Güç sistemi boyunca yerleştirilmiş yüzlerce algılayıcı vardır. Bunlar sayesinde, aktif ve reaktif güçler, bara gerilimleri, sistem frekansı v.b. büyüklükler ölçülür. Bu ölçülen değerler RTU' lardan geçerek EMS' nin gerçek zaman veri tabanına (Real Time Data Base-RTDB) yollanır. RTU' lar her alt istasyona veya üretim santralına tesis edilmiştir. Bunlar sadece sistem durumlarını algılayıcılardan alıp EMS' ye iletmekle görevli olmayıp aynı zamanda EMS' de üretilen kontrol sinyallerini, kontrol cihazlarına iletmekle de sorumludur. Gerçek kontrol faaliyeti bu kanal üzerinden yapılır. RTDB' den PC' ye ulaştırılan sistem enformasyonu aşağıdaki alt gruba ayrılır.

1-Kesici durumları -açık veya kapalı

2-Trafo ayar kademe pozisyonları

3-Bara gerilimleri-KV

4-Yük-MW veya MVAR

5-Üretim miktarı -MW veya MVAR

6-Paralel kompanzasyon

Diskrit (ayrık) değerler her iki saniyede bir, analog değerler her on saniyede bir yenilenir. Bilgilerin yenilenme periyodu, PC' den veya EMS' den PCP' ye yollanan kumanda ile değiştirilebilir.

5.3.3.Problemin formülasyonu

Problemi formülleştirmeden önce, birkaç değişkenin tanımlanması gerekir. Yük düğümlerindeki gerilim genliklerini, gönderme noktalarındaki reaktif güç akışlarını içeren durum değişkenleri, gözlem altındaki sistem durumlarıdır.

$$X = \begin{cases} V_1 \\ V_i \\ F_1 \\ F_j \end{cases} \begin{array}{l} i:\text{Bara sayısı} \\ j:\text{Hat sayısı} \end{array}$$

Daha önce tanımlanan gerilim ve reaktif güç düzenleyici cihazları içeren kontrol değişkenleri, kontrol altındaki cihazlardır.

$$U = \begin{cases} U_1 \\ U_i \\ U_{i+1} \\ U_{i+j} & \text{i:Şönt elemanlarının sayısı} \\ U_{i+j+1} & \text{j:Trafo kademe değiştiricilerin yapısı} \\ U_{i+j+k} & \text{k:Generatörlerin sayısı} \end{cases}$$

Sonuç olarak bu iki değişkenin değişimi arasındaki ilişki:

$$\Delta X = S \Delta U$$

şeklinde yazılabilir. Katsayı matrisi "S" duyarlılık matrisi olarak adlandırılır. Bu matris lineer olmayan güç akış denklemlerinin çözümünü hesaplanabilir.

Gerçek bir güç sistemi halinde, matris çok büyük ve karmaşık olabilir. Bu araştırmada hızlı hesap yapmak için, hızlı ayırma (Fast Decoupled) metodu kullanılmıştır. Bu metodu kullanmak için taşıma hatları, trafolar v.b. elemanların R/X oranlarının çok küçük olduğu varsayılır, böylece omik bileşenler ihmal edilebilir.

5.3.4.Objektif fonksiyon

Kuadratik (karesel) penaltı fonksiyonu aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$\phi_j = \begin{cases} W_j(X_j - X_{jmax})^2 & X_j > X_{jmax} \\ 0 & X_{jmin} \leq X_j \leq X_{jmax} \\ W_j(X_{jmin} - X_j)^2 & X_j < X_{jmin} \end{cases}$$

Burada;

W_j :j.durum değişkeninin ağırlık faktörüdür. Daha önemli düğümler ve dallar için daha büyük ağırlık faktörleri seçilebilir.

X_{jmax} ve X_{jmin} :Durum değişkenlerinin sırasıyla üst ve alt çalışma sınırlarıdır.

Eğer objektif fonksiyon penaltı fonksiyonlarının toplamı şeklinde ifade edilirse problem, kontrol değişkenleri U'ya göre p(x)' i minimuma indirme şekline dönüşür.

$$P(x) = \sum \phi_i(X_j) \quad j = 1, 2, \dots, n$$

Burada “n” durum değişkenlerinin sayısıdır.

5.3.5.Gözönüne alınacak faktörler

Program tasarımında, önce çalışmayı zorlaştırmamak için kontrol aygıtlarının sayısı sınırlandırılmalıdır. Bunun için kontrol miktarında, optimal çalışma koşulu- nu gerçekleştirmekten ziyade kısıtlamalar altındaki gerilimi tayin etmek üzerinde durulmalıdır.

Aynı zamanda kısa hesap süresi ve küçük hafıza kullanmak da gerçek za- manlı bilgisayar kontrolünde önemlidir. Kısa hesap süresini sağlamak için du- yarlılık faktör analizi kullanılır. Duyarlılık matrisi, sistem durumları değiştikçe değişecektir. Bu yüzden bu matris hafızada saklanmaz. Bunun yerine sistem durumlarının her defasındaki değişiminde yeniden hesaplanır. Çünkü duyarlılık matrisinde sadece birkaç elemana ihtiyaç duyulur.

5.4.Fonksiyon Tanımlama ve Durum İncelemesi

Bara geriliminin ve reaktif gücün beklenmeyen sapmaları halinde, bazı kontrol faaliyetleri kontrol danışmanı tarafından yapılır. Çünkü güç sisteminin emniyeti çok önemlidir. Kontrol danışmanı ile direk kontrol yapılmamalıdır.

Bütün kontrol faaliyetlerinin en azından güç akışı tahmini ile gözden geçiril- mesi ve EMS içindeki sistem operatörleri tarafından yerine getirilmesi gerekir.

5.4.1.Gerilim kontrolü

Maksimum aşımaya sahip durum değişkeninden başlayarak program, bu du- rum değişkeniyle diğer bütün kontrol değişkenleri arasındaki duyarlılık faktörünü hesaplar. Sonra en etkili kontrol değişkeni seçilir. Bu değişken en büyük du- yarlılık faktörüne sahiptir. Çünkü bu kontrol cihazının ayarı sadece maksimum aşımaya çözmek için yapılır. Kontrol miktarı direk olarak bu kontrol değişkeninin ve maksimum aşımaya duyarlılık faktöründen hesap edilir. Objektif fonksiyon, sistemi doğru yöne yönelten kontrol adımının doğruluğundan emin olmak için hesaplanır. Eğer objektif fonksiyon azalmıyorsa bu kontrolden vazgeçilir ve en yüksek duyarlılık faktörüne sahip ikinci kontrolör seçilir. Eğer objektif fonksiyon azalıyorsa bu adım kaydedilir ve durum değişkeni güncelleştirilir. Eğer aşımaya hala varsa, genel çözüm

elde edilene kadar işleme devam edilir.

Aşağıdaki prosedürle bu rekürsif algoritma en iyi şekilde gösterilmektedir.
(Pascal dilinin komut yapısını içeren sembolik akış diyagramı)

Procedure Tekrarlama işlemi fonksiyonu

begin

maksimum aşımı bul- ΔX_1

S_{1j} $j = 1, 2, \dots, m$ i hesapla

Burada; $\Delta X_1 = S_{1j} \Delta U_j$

repeat

{ Kontrol edilebilir değişkenler arasından en büyük duyarlılık faktörünü seç }

$S_{1k} = MAX(S_{1j})$ $j = 1, 2, \dots, m$

{Kontrol miktarını hesapla }

$\Delta U_k = \frac{\Delta X_1}{S_{1k}}$

if hazır değilse then

$\Delta U_k =$ maksimum mevcut kontrol miktarı

{Durum değişkenlerini yenile }

$\Delta X_i = S_{ik} \Delta U_k$

$X_i = X_i + \Delta X_i$ $i = 1, 2, \dots, n$

if objektif fonksiyon azalıyorsa then

begin

bu adımı kaydet

if çözüm tam değilse then

begin

tekrarlama işlemi

if başarısız ise then kaydı iptal et

end

else

U_k ' yı kontrol edilemez olarak işaretle

until başarılı olana kadar yada daha fazla kontrol edilebilir değişken olmayana kadar

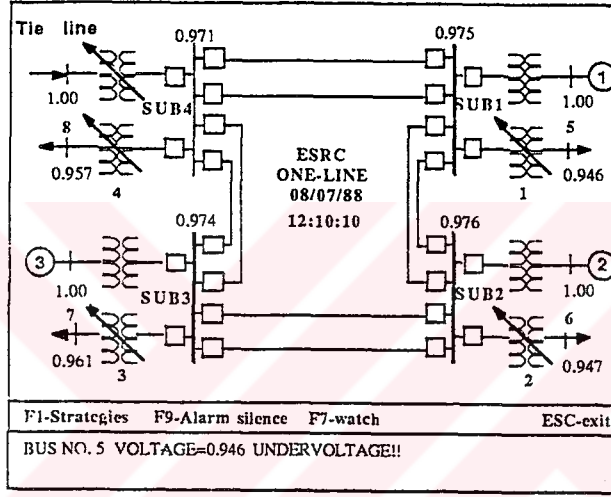
end (tekrarlama işlemi bitir.)

5.4.1.1.Durum incelemesi

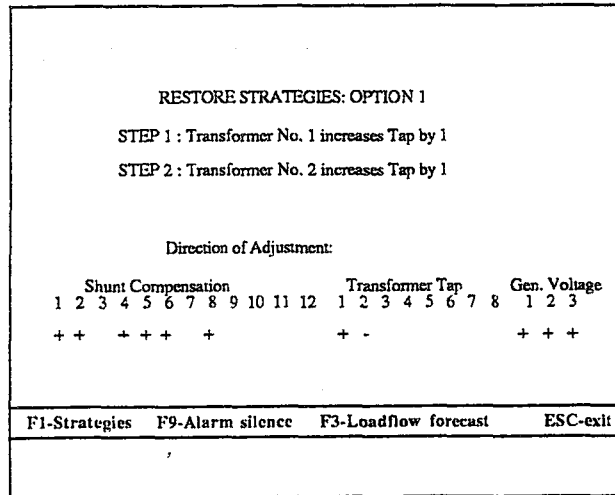
Normal koşul altında PC' nin ekranı, bütün düğüm gerilimlerini, reaktif güç akışları ve sistem konfigürasyonu v.b. içeren sistem durumlarını gösterir. Ekranın ortasında EMS ile senkronize olan sistem saati vardır. Gerilim sapması olduğunda, en büyük gerilime sahip barayı veren bir mesaj ekranın altında görülür ve bir alarm verilir.

Çalışmayı daha iyi tarif etmek için iki düşük gerilimli baraya sahip bir örnek şekil 5.3.de verilmiştir. İşletim menüsü alarm mesajının hemen üstünde görülmektedir. Operatör F1 tuşuna bastıktan sonra gerekli kontrol stratejisini görebilir. Bu örnek için F1 tuşuna basıldıktan sonra ekrandaki bilgiler şekil 5.4.de görülmektedir.

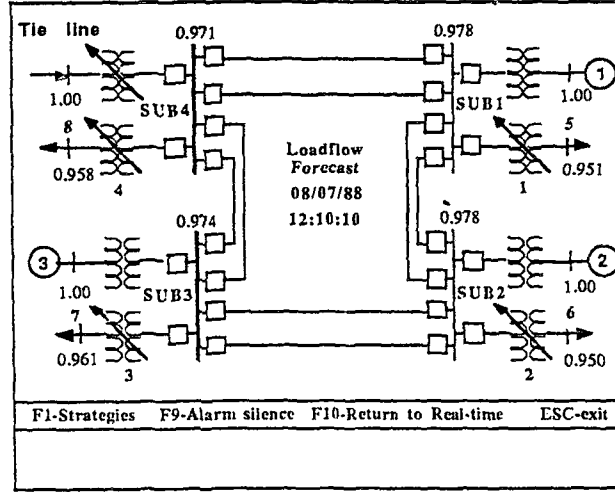
Eğer F3 tuşuna basılırsa, güç akış tahmini hesaplanır. Kontrol faaliyetini yerine getiren kontrol cihazlarının ayarı için güç akış tahmininin pek çok metodu vardır. Bu incelemede fast decoupled yük akışı metodu kullanılmaktadır. Ekranın ortasında gözükten ESRC ONE-LINE yazısı "Güç akış tahmin" programı tarafından yazılır. Sistem saati olayın meydana geldiği anı göstermek için durur. Sonra ekranda güç akışı hesabının sonucu çıkar ve gerçek zaman değerleri üzerine yazılır. Generatör VAR limitleri ve taşıma hattı limitleri de kontrol edilir. Eğer herhangi bir aşım oluşursa bu kontrol seçimini iptal etmesi için operatörü bilgilendirmek amacıyla ekranın altında bir mesaj görünür. (Şekil 5.5.)



Şekil 5.3.Örnek bir durum ve alarm mesajı



Şekil 5.4.Kontrol stratejisi ve kontrol yönü



Şekil 5.5.Kontrol stratejisinin yük akış tahmini

Trafo kademe oranları ve şönt kompanzatorler adım adım ayarlandığı için, güç akış sonucu ünitenin adı m genişliğine bağlı olarak bir miktar aşım gösterebilir. Adım genişliği ne kadar küçük olursa, aşım da o kadar küçük olur. Aynı zamanda yaklaşık duyarlılık faktör hesabı da, bazı katlanabilir sınırlar içinde doğruluğu olmadan yapılabilir. Kontrol cihazlarının farklı kategorilerindeki öncelik sırası değiştirilerek, farklı kontrol stratejileri oluşturulabilir. Örneğin kontrol seçeneğinin ikincisi tekrar F1 tuşuna basarak ekranda görülebilir. (Şekil 5.6.)

Operatör üçüncü seçeneğide F1 tuşuna basarak görebilir.

Eğer F10 tuşuna basılırsa, program tekrar gerçek zamanda oluşan olayları gözleme işine döner. Gerilim sapsması halledildikten sonra alarm mesajı otomatik olarak kaybolur.

5.4.2.Reaktif güç kontrolü

Reaktif güç kontrol işlemi, işletmede operatör açısından daha aktif olmayı gerektirir. Sistem normal çalışma koşulları altında olduğu için, operatör duyarlılık faktörünü bir klavuz gibi kullanabilir ve bu elemanları kullanarak bazı incelemeleri yapabilir. Bu yüzden kontrol faaliyetleri yerine getirilirken operatör neler olup

bittiğinden ve neler olacağından haberdardır. Operatör bu yaklaşımı kullanarak en iyi ve optimal çözümü bulamaz. Bununla beraber, duyarlılık faktörleri sistem operatörlerine bütün sistem hakkında tam doğru bir bilgi verebilir. Aşağıdaki durum incelemesi bu işlemi çok iyi gösterebilmektedir.

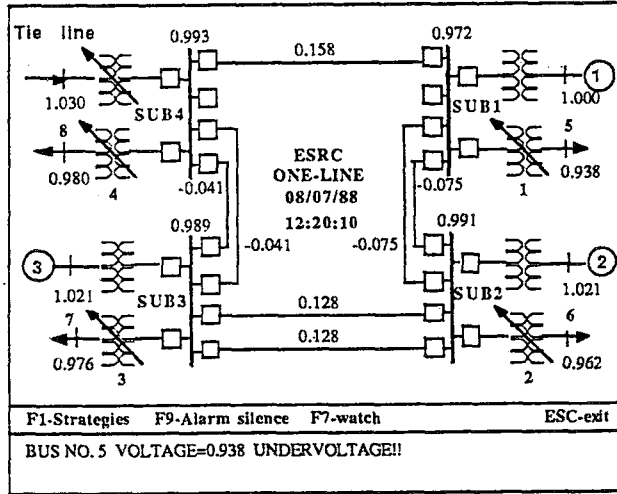
Şekil 5.7. 1 ile 4 barası arasındaki hattın çalıştığı durumu göstermektedir. 1 ile 4 barası arasında tek devre üzerindeki reaktif güç akışı bağıl olarak yüksektir. (0,158) Eğer operatör reaktif yük akışını değiştirmek isterse F2 tuşuna basar ve reaktif güç yönetimi işlemine başlamış olur.

Bu işleme "Bir Dal Seç" seçeneğiyle başlanır. Operatör, kursor' u istediği (gerekli) dalın üstüne getirir ve enter tuşuna basar. Bu örnekte 7.dal (1 ile 4 barası arası) seçilir. Sonra ekranda durum değişkenini, kontrol değişkenlerini ve bunlara ilişkin duyarlılık faktörünü, üst ve alt limitleri ile bunların o andaki değerlerini listeleyen bir tablo görülür. (Şekil 5.8)

Operatör tekrar kursor' u hareket ettirerek istediği kontrol değişkenini seçer ve enter tuşuna basar. Sonra operatör kontrol cihazının birim adımı neyse o kadar kontrol miktarını girer. (Bu örnekte 0.001) Ekranda, kontrol cihazında yapılan bu değişiklikten sonra tahmin edilen reaktif güç akışı gözükür ve program otomatik olarak gerilimi ve reaktif güç kısıtlamalarını kontrol eder. (Şekil 5.9) Eğer herhangi bir aşım olursa, ekranın altında bir mesaj görülür.

RESTORE STRATEGIES: OPTION 2																						
STEP 1 : Bus No. 5 add 60MVAR of shunt capacitor																						
STEP 2 : Bus No. 6 add 40MVAR of shunt capacitor																						
Direction of Adjustment:																						
Shunt Compensation				Transformer Tap				Gen. Voltage														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
F1-Strategies F9-Alarm silence F3-Loadflow forecast ESC-exit																						

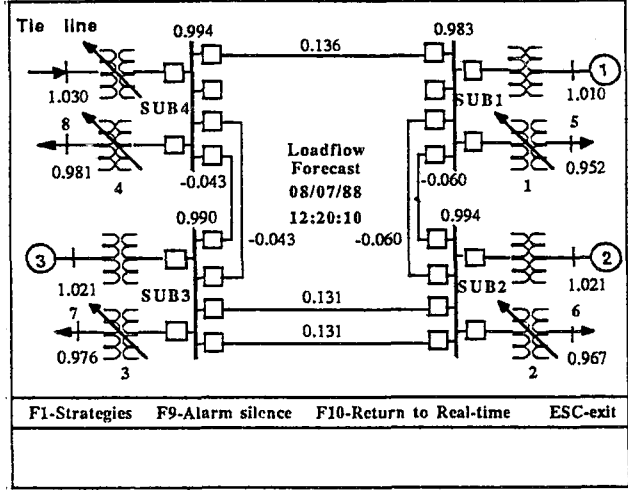
Şekil 5.6.Kontrol stratejisi için ikinci seçenek



Şekil 5.7.Hatlardan birinin devre dışı kalması

State Variable	Sensitivity	Control variable	Upper limit	Current	Lower limit
Q(7)	-0.08105	SC(1)	NA	0	NA
	-0.01086	SC(2)	NA	0	NA
	0.01063	SC(3)	NA	0	NA
	0.07933	SC(4)	NA	0	NA
	-0.07960	SC(5)	200MVar	0	-200MVar
	-0.01070	SC(6)	400MVar	0	-200MVar
	0.01056	SC(7)	100MVar	0	-100MVar
	0.07881	SC(8)	NA	0	NA
	-1.7001	Gen(1)	1.05pu	1.00pu	0.95pu
	-0.22778	Gen(2)	1.05pu	1.02pu	0.95pu
	0.22307	Gen(3)	1.05pu	1.02pu	0.95pu
	0.03038	Tap(1)	15	8	1
	0.00332	Tap(2)	15	8	1
	-0.00149	Tap(3)	15	8	1
	-0.01086	Tap(4)	15	8	1

Use cursor key to select control variable



Şekil 5.8.Kontrol değişkenleri, seçilen dal ile ilgili duyarlılık, faktörleri ve mevcut kontrol miktarının listesi

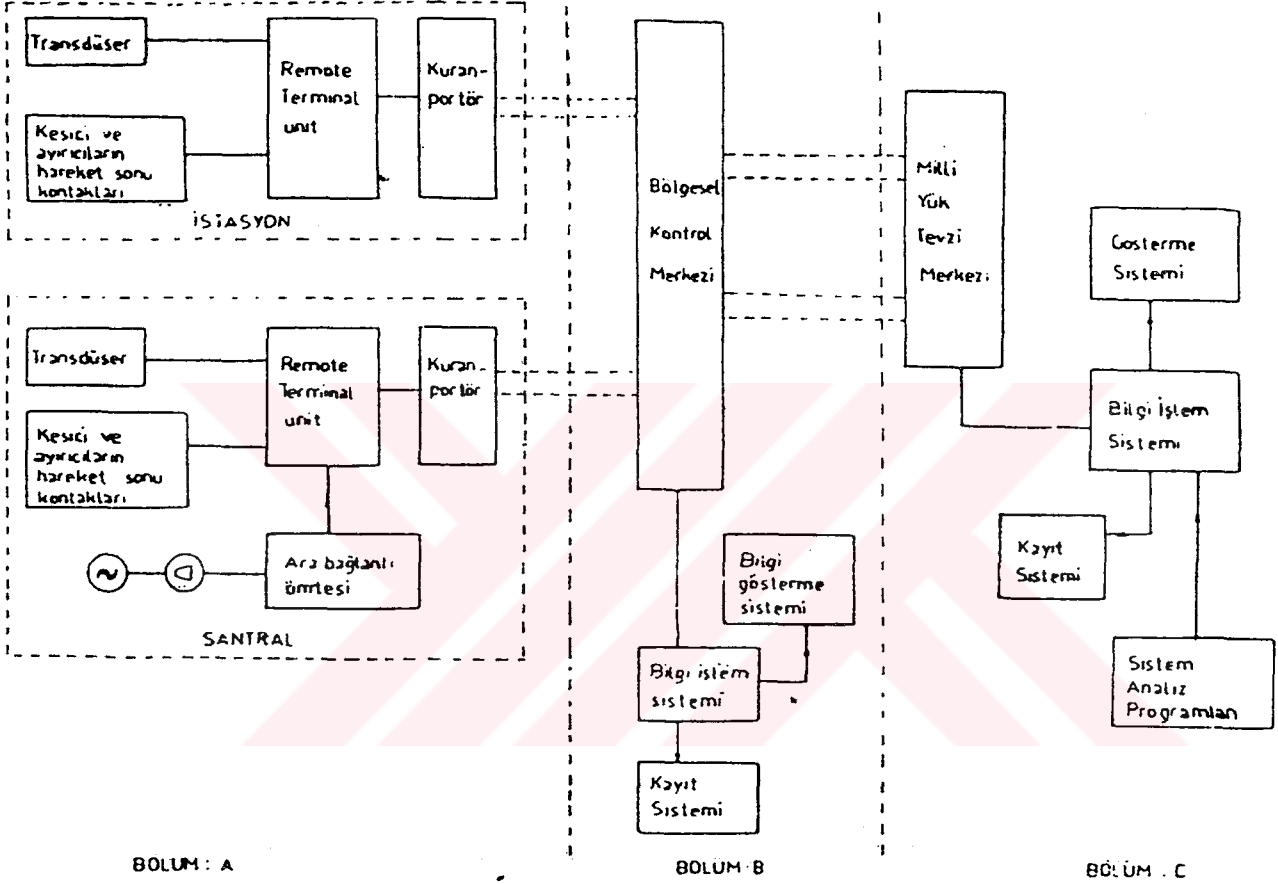
Şekil 5.9.Altı numaralı bara ya 60 MVar eklenmesinden sonraki yük akış tahmini

6.T.E.K.MİLLİ YÜK TEVZİ PROJESİ

Yük tevzi merkezleri, sistemin kontrol fonksiyonunu kendilerine gelen veya telefonla kendi topladıkları bilgileri değerlendirerek yapmaktadırlar.

Toplanan bilgilere ve sistemin durumuna göre merkezde mevcut bu bilgi işlem sistemi yardımıyla elektrik sistemi hakkındaki çeşitli varsayımların (kesici aşması, yük veya üretim değişmesi v.b.) mevcudiyeti durumunda sistemin davranışının ne olacağı gerekli çalışmalarını yaparak görülebilmektedir. Bu sayede gerek santral işletme müdürlüklerinden, gerekse şebeke işletme müdürlüklerinden gelecek işletme şartları değişik isteklerinin kararları hemen verilebilmektedir. Böyle bir sistemin çalışabilmesi için transformatör merkezleri ve santrallerden gerekli bilgilerin toplanabilmesi gerekir. Bununla ilgili olarak bilgi üretme, toplama, nakil ve işleme sistemin istasyonlar ve kontrol merkezleri ile olan bağlantısı şekil 6.1.de verilmiştir. Şekilde istasyonlardan ve santrallerden toplanan bilgilerin nerelerden geçerek taşındığı da gösterilmektedir.

Hatların ve transformatörlerin taşıdığı veya generatörlerin ürettiği aktif ve reaktif güçler, transformatör istasyonlarına veya santrallere yerleştirilen ve transdüser denilen çeviricilerle ölçülmektedir.



Şekil 6.1. Bilgi taşıma prensip şeması

Bu çeviricilerin çıkışı istasyon veya santralde bulunan kesici ve ayırıcıların konumlarını gösteren hareket sonu kontakları ile birlikte uzak kontrol ünitesi denilen hafızalı bilgi toplama cihazına bağlanmaktadır.

Bilgi toplama cihazları, kuranportörlerin bilgi taşıma kanalı bu bilgileri bölgesel kontrol merkezlerine gönderirler. Kuranportörler uygun düzenlerle enerji nakil

hatları üzerinden haberleşmeyi sağlarlar.

Sistemde toplanan bilgilerin tamamı her 10 saniyede 1 defa yenilenmekte ve her kesici veya ayırıcı konum değişikliği en geç iki saniye içinde Milli Yük Tevzi Merkezine erişmektedir.

Bölgesel kontrol merkezlerinde bulunan bilgisayar, mevcut gerçek zaman programlarının yardımı ile bu bilgileri yük tevzi elemanlarına gösterecek hale getirir ve gerekli olanları da kayıt eder.

Bölgesel kontrol merkezlerinin sayısı beş adet olup bunlar; Adapazarı, Işıklar (İzmir), Keban, Çarşamba ve Gölbaşı' nda kurulmuşlardır.

Bölgesel kontrol merkezlerinden toplanan bilgilerden milli yük tevzi merkezine gönderilmesi gerekenler, gerekli seçme işlemi yapıldıktan sonra milli yük tevzi merkezine gönderilmektedir.

Milli yük tevzi merkezine gelen bilgiler, bölgesel kontrol merkezlerinde olduğu gibi gösterme sistemi ile kayıt sisteminde yük tevdiciye sunulurlar. Kesici açmaları ve diğer önemli alarmlar yük tevdiciye sesli olarak da duyurulur ve gösterme sisteminde gösterilirler.

Milli yük tevzi merkezlerindeki bilgi işlem sistemi bölgesel kontrol merkezlerindeki bilgi işlem sisteminden farklıdır. Bu fark makinaların büyüklüklerinde ve program sistemindedir.

Milli yük tevzi merkezlerinde gösterme ve kayıt sisteminin çalıştırılması ile ilgili şu fonksiyonlar yerine getirilmektedir:

- Bilgi toplama
- Konum değişikliğini işleme
- Şebeke topolojisinin oluşturulması
- Limit aşma kontrolü

- Güç ve enerji bilgilerinin işlenmesi
- Günlük yük eğrisinin çıkartılması
- Katot ışınlı tüplerin çalıştırılması
- Mimik panonun çalıştırılması
- Transfer işlemleri
- Bilgi kayıt işlemleri
- Gelen bilgilerin boyutlandırılması

Bu fonksiyonlardan bilgi toplama, konum değişikliği işleme, limit aşma kontrolü, katot ışınlı tüplerin çalıştırılması, mimik panonun çalıştırılması ve gelen bilgilerin boyutlandırılması bölgesel kontrol merkezlerinin bilgi işlem sisteminde de mevcuttur. Şekil 6.2.de bu sistemi göstermektedir.

Milli yük tevzi merkezlerinde mevcut olan gösterme sistemi ve kayıt sistemi programlarına ilave olarak genişletilmiş gerçek zaman programı denilen program paketinde durum kestirimi programı ile yük akışı ve kısıtlama analizi programları mevcuttur.

Durum kestirimi programı ile alınan bilgiler şunlardır:

Giriş bilgileri,

-Aktif ve reaktif yükler ve akışlar

-Aktif ve reaktif üretimler

-Bara gerilimleri

Çıkış bilgileri;

- Sistemin topolojisi
- İstasyonların bara gerilimleri ve açıları
- Yükler, üretimler ve hat akışları
- Çözüm sonucuna göre yanlış gelen ölçmeler

Bu program yardımı ile, yapılmış olan ölçmelerden yararlanılarak sistemin ölçülmeyen büyüklükleri hassas bir şekilde ve tam olarak hesaplamakta ve sistemin durumu ortaya çıkarılmaktadır.

Yük akışı programından alınan bilgiler ise şunlardır:

Giriş bilgileri;

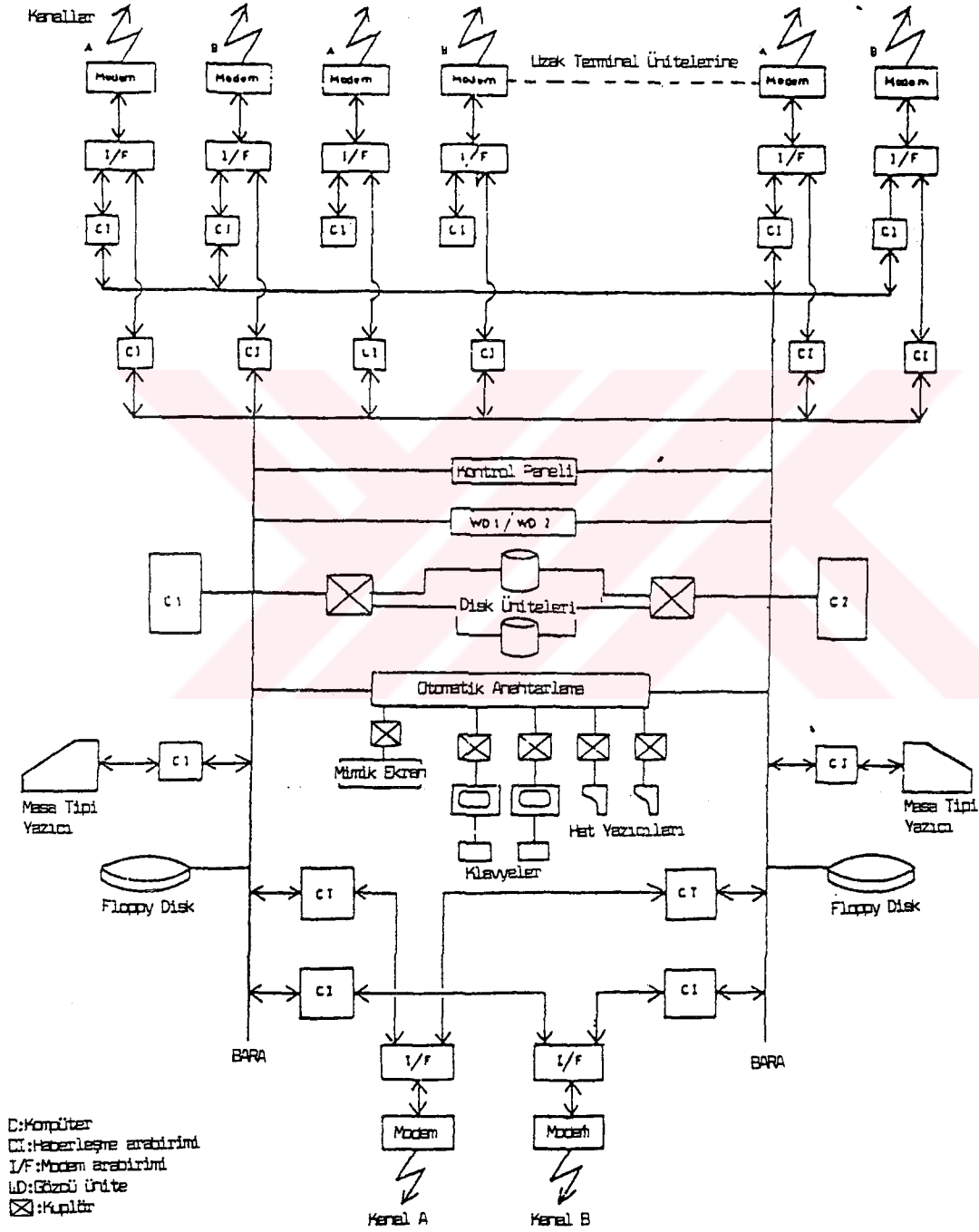
- Sistem topolojisi
- Üretim planı
- Yük talepleri
- Sistemde yapılmak istenen değişiklik

Çıkış bilgileri;

- Gerilimin belirlendiği baralarda reaktif üretim
- Reaktif üretimin verildiği baralarda gerilimin seviyesi
- Hat ve transformatörlerde akışlar
- Yedek aktif ve reaktif üretim miktarı
- Maksimum aktif ve reaktif yedek güç miktarı
- Hat ve transformatörlerdeki aşırı yüklenmeler, baralardaki aşırı gerilimler ve

generatörlerdeki aşırı reaktif güç üretimleri

Yük akışı programı, giriş bilgilerinin yük tevzi operatörü tarafından elle değiştirilmesi ile, sistemde karşılaşılması muhtemel her türlü manevra şeklini çözmekte ve yük tevziye karar vermekte yardımcı olmaktadır.



Şekil 6.2. Bölgesel kontrol merkezi bilgi işlem sistemi

Yük şartlarının değiştirilmesi ile bir müddet sonra yapılacak çalışmaların sisteme getireceği işletme darboğazları önceden tespit edilecektir. Ayrıca bir önceki hipotezin sonucu bir sonraki yük akışına bilgi olarak verilebildiği için ard arda işletme koşulu değiştirme varsayımı da yapılabilmektedir.

Bu iki programa ilave olarak kısıtlama analizi programı ise şebekenin işleminin iyi bir emniyet içerisinde olup olmadığını otomatik olarak kontrol etmektedir.

Bu kontrolü yapabilmek için program, işletmede bulunan N çeşit şebeke elemanının teker teker servis harici olduğunu farzetmekte ve bu şartlarda sistem işletmesinde tehlikeli bir durum olup olmadığını kontrol etmektedir. Program bu kontrolü otomatik olarak her 30 dakikada 1 defa, her kesici açmasından sonra ve yük tevzi operatörünün yaptığı varsayımı dikkate alarak yapmaktadır.

Programın giriş bilgileri şunlardır:

- Durum kestirimi programının sonuçları
- Yük tevzi operatörünün yük akışı programında verdiği bilgiler
- Servisten çıkartılması durumunun incelenmek istendiği hatların ve generatörlerin listesi

Programın çıkış bilgileri şunlardır:

- Açılan hat veya servisten çıkarılan generatörün ismi
- Servisten çıkartılan hattın veya generatörün servisten çıkmadan önce taşıdığı aktif yük
- Aşırı yüklenen veya yükü daha önce taşıdığı yüke göre artan hat isimleri
- Gerilim değeri sınırını aşan baraların isimleri ve gerilim değerleri

Programın her 30 dakikada bir otomatik olarak yaptığı kontrolde yukarıda anlatılan yük ve gerilim limitlerinde bir zorlama tespit edildiği takdirde yük tevzici

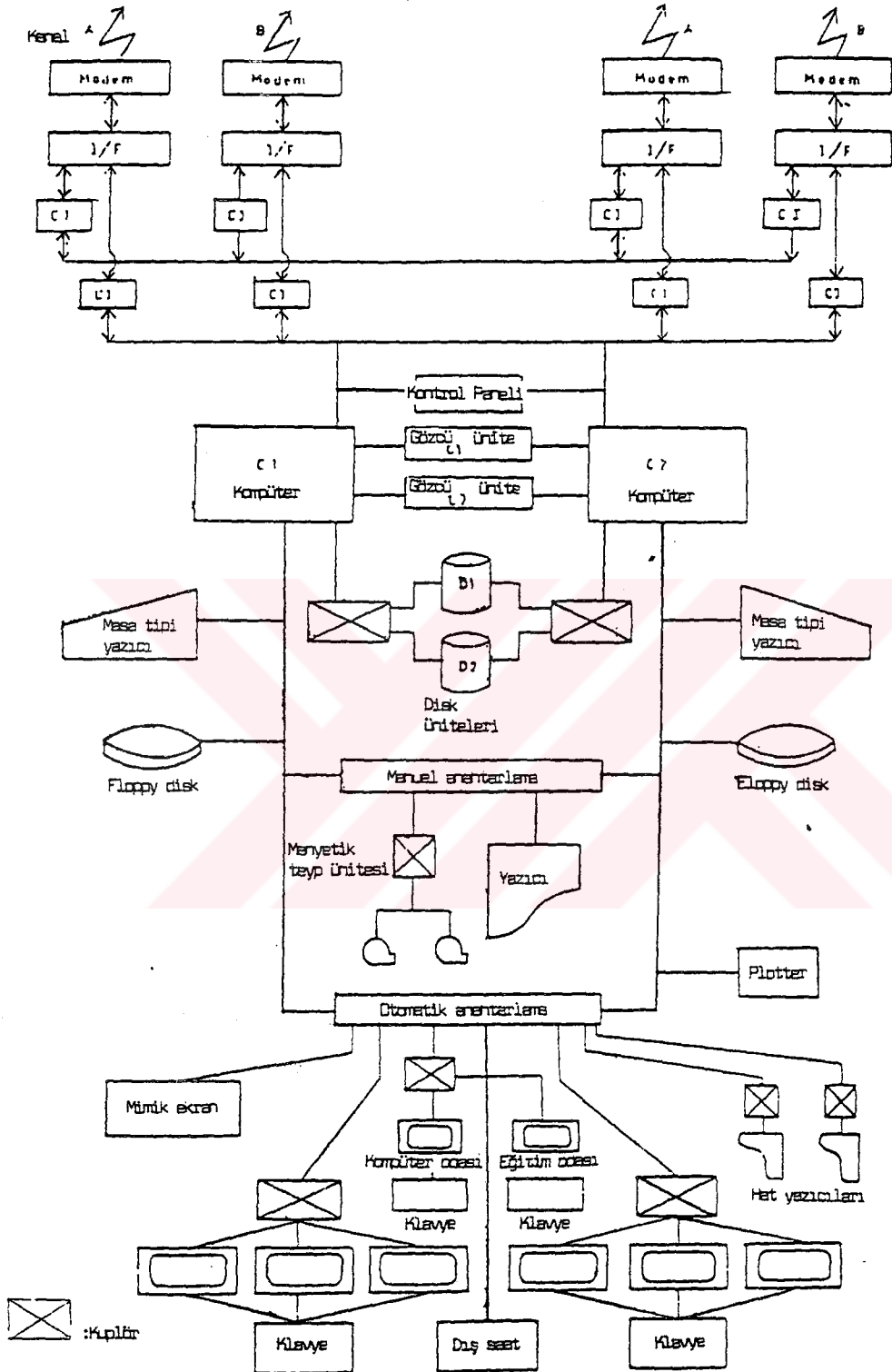
ikaz edilmekte ve gerekli tedbirleri alması sağlanmaktadır.

Milli yük tevzi merkezindeki bilgi işlem sisteminin (Şekil 6.3) özelliklerinden bir diğeri de Türkiye ulusal elektrik sisteminde yük frekans kontrolu yapacak bir merkezi sistemin yapılmasıdır.

Yük frekans kontrol programı, ölçülen bu frekansın kendisine verilen nominal frekanstan olan sapmasını ve bunun için gerekli yük alma ve bırakma miktarını hesap etmekte ve santrallere göndermektedir.

Yük frekans kontrol programında komşu ülkelerle olan bağ hatlarındaki gücün programlanan değerde tutulması da mümkün olmaktadır.





Şekil 6.3. Milli yük tevzi merkezi bilgi işlem sistemi

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Elektrik enerji sistemlerinde, özellikle büyük sistemlerde otomatik kontrole geçiş zorunlu bir ihtiyaç haline gelmiştir. Sistemin kontrolünün zorluğundan dolayı sorunlar araştırmacıları otomatik kontrole geçiş yollarını araştırmaya zorlamıştır.

Özellikle son yıllarda ulusal elektrik şebekemizdeki genişleme, gerek kırsal alanda , gerekse şehirlerdeki ihtiyaç artışı, sanayileşme gibi nedenlerle otomatik olarak kontrol edilen bir ulusal şebeke yaratmak, bu şebekede frekans, gerilim ve güç kontrolünün sağlanabilmesi zorunludur. Bu yolla tüm ülkede köylere, hatta evlere kadar otomatik kontrolün sağlanması mümkün olacaktır.

Elektrik enerji sistemlerinde çalışma yapan firmalar daha çok küçük sistemlerin kontrolü üzerinde çalışma yapmakta, ulusal şebeke bazına çıkmamaktadır. Çünkü sistem büyüdükçe dağınıklaşmakta, şebeke empedans değerleri, anahtarların konumu gibi veriler sürekli olarak değişmektedir. Bu veri değişikliklerinin merkezi iletiminin çok kısa bir sürede olma zorunluluğu hızlı eğitim yapan bilgisayarları ve hatları gerekmektedir. Ülkemizde data iletiminin sayısallaştırılması ile tüm ulusal şebekenin en küçük birimlere kadar tek bir merkezden kontrolü mümkün olacaktır.

Türkiye Elektrik Kurumunun Milli Yük Tevzi Projesi başlangıç için yeterli olmakla birlikte kapsam bakımından yukarıda sözü edilen küçük birimlere kadar kontrolün sağlanması açısından geliştirilmelidir. Bunun için uzak terminal ünitelerinin sayısının artırılması, böylece daha küçük birimlerden bilgi toplanarak sistemin geliştirilmesi mümkündür.

KAYNAKLAR

- [1] ELIOP Otomatik Kontrol Sistemleri
Tanıtım Yayınları
- [2] ELIOP Telecontrol and Management of Electrical Substations
Tanıtım Yayını
- [3] VORONOV A.A, Management Control in Large Systems,
MIR Publishers, Moscow, 1986
- [4] T.E.K Milli Yük Tevzi Projesi, Fevzi Dabanlı-Genel Md. Yrd.,
Tülay Agar Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı
- [5] T.E.K Şebeke İşletmeleri Daire Başkanlığı Yayını , Sistem
Araştırma ve Kontrol Müdürlüğü, SA-77/2, Elektrik
Sistemlerinde Durum Kestirimi
- [6] TARKAN N., Enerji Sistemlerinde Optimizasyon ve Durum
Kestirimi , Yüksek Lisans Ders Notları
- [7] KAYPMAZ A., Elektrik Enerji Sistemlerinin Analizinde
Bilgisayar Modelleri, Yüksek Lisans Ders
Notları
- [8] TARKAN N., Elektrik Enerji Sistemlerinin Analizi, Yüksek
Lisans Ders Notları
- [9] WEEDY B.M., Electrical Power Systems, Second Edition,
John Wiley Sons, London , N.Y., Sydney, Toronto,
1975
- [10] BBC Brown Boweri Dergisi, Rev. 3-79
- [11] IEEE Transactions on Power system

ÖZGEÇMİŞ

1967 yılında İzmir' de doğdum. İlkokulu Konya-İlgın Cumhuriyet ilkokulunda okudum. Orta ve lise öğrenimimi ise Konya-İlgın İmam-Hatip lisesinde yaptım. Liseyi bitirdiğim aynı yıl olan 1986 yılında yapılan ÖSY sınavında Yıldız Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik Bölümünü kazandım ve bu bölümden 1990 yılında mezun oldum.

Aynı yıl yapılan yüksek lisans sınavlarında, Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Anabilim Dalını kazandım ve halen yüksek lisansımı devam ettirmekteyim.

Beşiktaş 1992

Faruk İNCE