



EMO



KTÜ



TÜBİTAK

ÖNSÖZ

Giderek gelenekselleşen Elektrik Mühendisliği Ulusal Kongrelerinin beşincisinde Trabzon'da buluşuyoruz. EMO ile KTÜ Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü'nün işbirliği ve TÜBİTAK'ın katkısıyla gerçekleşmekte olan Kongremizin başarılı ve verimli geçmesi umundayız. Kongre sonuçlarından kıvanç duymak istiyoruz.

Kongre'de, bugüne kadar yapılmış çalışmalar ve yayınlanmış duyurulardan da anlaşılacağı gibi, bilinen yöntemlerin yanı sıra gelecek yıllara deneyim aktarabilecek yeni yaklaşımlar uygulanmaya çalışılmıştır. Bildiri özetlerinin değerlendirilmesine katılan uzman sayısının sistematik olarak artırılması, değerlendirme biçiminin daha da nesnel leşti rmesi, bildiri kitabında yeni yazım ve sunuş biçimlerinin oluşturulması gibi teknik gelişmelerin dışında ilginç olacağı sanılan panellerle güncel sorunların irdelenmesi ve yöresel öğelerle sosyal etkinliklere renk katılması amaçlanmıştır.

Kongrenin hazırlık ve düzenleme çalışmalarında bazı aksaklıklar olmuştur. Öncelikle kongre kararının olması gerekenden daha geç alınabilmiş olması, özet değerlendirme sürecinin posta trafiğinin çok yoğun olduğu bayram dönemlerine rastlaması hem Yürütme Kurulu'nu hem de Kongre'ye katılmak isteyenleri zor durumda bırakmıştır.

Kongrenin düzenlenmesi sırasında edinilen deneyimler ışığında sorunları çözücü ilkel önerilerin ortaya konması yararlı olacaktır. Bunları kısaca sıralayabiliriz. Örneğin 6. Kongre'nin ya da kısaca EMUK'95'in nerede ve ne zaman yapılacağını şimdiden kararlaştırmak gerekmektedir. Bundan sonra Konferans olarak adlandırılması daha uygun olacak Kongre için sürekli ya da uzun süre görevli bir 'Ulusal Düzenleme Kurulu'nun oluşturulması ve bu Kurul'un temel ilkesel karar ve yöntemleri üretmesi daha elverişli olacaktır. Kongre'nin yapılacağı konumdaki işleri ise 'Yerel Düzenleme Kurulu' üstlenmelidir. 'Bilimsel Değerlendirme Kurulu'nun da ayrıntılı bir sınıflandırma ve nitelik belirlenmesi ile bir kere oluşturulması, yalnızca gelişen koşullara göre güncelleştirilmesi düşünülebilir.

EMUK, böylesi bir yapılaşma ile daha sağlıklı, zaman planlaması daha verimli bir konferansa dönüşecektir kanısındayız. Örneğin bu durumda bildiri tam metinlerinin de değerlendirme ve denetim sürecine girmeleri olanaklı kılınacak, şu ana kadar ancak Yürütme Kurulları'nın ayrıntılı olarak bilincine varabildiği teknik sorunlar ortadan kalkacaktır. Konferansda da içerik ve düzey açısından belirli bir iyileştirme sağlanabilecektir. Bunu en yakında, EMUK'95'de gerçekleşmiş olarak görmek dileğindeyiz.

Bilindiği gibi Kongremiz Elektrik, Elektronik-Haberleşme, Kontrol ve Bilgisayar Sistemleri alanlarında bilimsel-teknolojik özgün katkıların tartışılıp değerlendirilmesi ile araştırma, geliştirme, uygulama ve eğitim süreçlerindeki kişi ve kuruluşların birbirleriyle doğrudan iletişimini sağlamayı amaçlamaktadır. Ayrıca sosyal yaklaşma ve dayanışmaya da

katkıda bulunmaktadır. Ancak Kongre ve onunla birlikte oluşturulan sergi/ fuarın çok değerli bir 'Mesleki Eğitim ve Geliştirme' aracı olduğu bilincinin kişi ve kurumlarda daha çok yerleşmesi için çaba gösterme gereği de ortaya çıkmaktadır.

Kongrenin gerçekleşmesini sağlayan, hazırlık ve düzenlemeleri üstlenen KTÜ, EMO ve TÜBİTAK'a, oluşturulmuş olan kurulların üyelerine, ayrıca burada adlarını saymakla bitmeyecek kişi ve kamu - özel - akademik nitelikli kuruluşlara, yardım ve katkıları nedeniyle, Kongre'nin yararlı sonuçlarını paylaşacak olan topluluğumuz adına teşekkürlerimizi sunmak isteriz.

Kongremizin başarılı ve verimli bir biçimde gerçekleşmesi, ülkemiz için bilimsel - teknolojik kazanımlar üretmesi dileğiyle Yürütme Kurulu olarak saygılarımızı iletiriz.

Doç. Dr. Güven ÖNBİLGİN
Yürütme Kurulu Başkanı

ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ 5. ULUSAL KONGRESİ

YÜRÜTME KURULU

Güven ÖNBİLGİN (KTU)
Yakup AYDIN (EMO) Sefa AKPINAR (KTU)
Canan TOKER (ODTÜ) Kaya BOZOKLAR (EMO)
Hasan DINCER (KTU) A.Oğuz SOYSAL (IU)
Abdullah SEZGİN (KTU) İrfan SENLİK (EMO)
Kenan SOYKAN (EMO) Y.Nuri SEVGEN (EMO)

DANIŞMA KURULU

Rasim ALÜEMİR (BARMEK) Mehmet KESİM (Anadolu U)
Teoman ALPTURK (TMMOB) Macit MUTAF (EMO)
Ahmet ALTINEL (TEK) Erdiñç ÖZKAN (PTT)
İbrahim ATALI (EMO) Kamil SOGUKPINAR (TETSAN)
Malik AVIRAL (ELİMKO) Sedat SİSBOT (METRONİK)
Emir BİRGUN (EMO) Atıf URAL (Kocaeli U.)
Sıtkı ÇİĞDEM (EMO) I. Ata YİĞİT (EMO)
R. Can ERKÖK (ABB) Fikret YÜCEL (TELETAS)
Bülent ERTAN (ODTÜ) Hamit SERBEST (CU)
Uğur ERTAN (BARMEK) Canan TOKER (ODTÜ)
İsa GÜNGÖR (EMO) Nusret YUKSELER (ITU)
Ersin KAYA (Kaynak) Kemal ÖZMEHMET (DEU)
Okyay KAYNAK (Boğaziçi U)

SOSYAL ETKİNLİKLER KURULU

Y. Nuri SEVGEN (EMO)
Necla ÇORUH (PTT) Hatice SEZGİN (KTU)
Esen ÖNKIBAR (TEK) Yusuf TANDOGAN (PTT)
Abdullah SEZGİN (KTU) Ömer K. YALCIN (TELSER)

SEKRETERLİK HİZMETLERİ

Necmi İKİNCİ (EMO) Elmas SARI (EMO)

BİLİMSEL DEĞERLENDİRME KURULU

Cevdet ACAR (İTU) Hayrettin KÖYMEN (Bil. U)
İnci AKKAYA (İTU) Hakan KUNTMAN (İTU)
A.Sefa AKPINAR (KTU) Tamer KUTMAN (İTU)
Ayhan ALTINTAŞ (Bil.U) Duran LEBLEBİCİ (İTU)
Fuat ANDAY (İTU) Kevork MARDİKYAN (İTU)
Fahrettin ARSLAN (IU) A.Faik MERGEN (İTU)
Murat ASKAR (ODTÜ) Avni MORGUL (Boğaziçi U)
Abdullah ATALAR (BiI.U) Güven ÖNBİLGİN (KTU)
Selim AY (YTU) Bülent ÖRENCİK (İTU)
Ümit AYGÖLU (İTU) Bülent ÖZGUC (BiI.U)
Atalay BARKANA (Anadolu U) A.Bülent ÖZGÜLER (BiI.U)
Mehmet BAYRAK (Selçuk U) Yiİmaz ÖZKAN (İTU)
Atilla BİR (İTU) Muzaffer ÖZKAYA (İTU)
Galip CANSEVER (YTU) Kemal ÖZMEHMET (DEU)
Kenan DANIŞMAN (Erciyes U) Osman PALAMUTCUOĞLU (İTU)
Ahmet OERVISOGLU (İTU) Erdal PANAYIRCI (İTU)
Hasan DINCER (KTU) Halit PASTACI (YTU)
M.Sezai DINCER (Gazi U) Ahmet RUMELİ (ODTÜ)
Günsel DURUSOY (İTU) Bülent SANKUR (Boğaziçi U)
Nadia ERDOĞAN (İTU) M.Kemal SARIOGLU (İTU)
Aydan ERKMEN (ODTÜ) Müzeyyen SARITAS (Gazi U)
İsmet ERKMEN (ODTÜ) A.Hamit SERBEST (CU)
H.Bülent ERTAN (ODTÜ) Osman SEVAİOGLU (ODTÜ)
Selçuk GEÇİM (Hacettepe U) A.Oğuz SOYSAL (IU)
Cem GÖKNAR (İTU) Taner SENGÖR (YTU)
Remzi GULGUN (YTU) Emin TACER (İTU)
Filiz GUNES (YTU) Nesrin TARKAN (İTU)
İrfan GÜNEY (Marmara U) Mehmet TOLUN (ODTÜ)
Fikret GÜRGEN (Boğaziçi U) Osman TONYALI (KTU)
Fuat GURLEYEN (İTU) Ersin TULUNAY (ODTÜ)
Cemil GURUNLU (KTU) Nejat TUNCAY (İTU)
Nurdan GUZELBEYOGLU (İTU) Atıf URAL (Kocaeli U)
Emre HARMANCI (İTU) Alper URAZ (Hacettepe U)
Altuğ İFTAR (Anadolu U) Gökhan UZGÖREN (IU)
Kemal İNAN (ODTÜ) Yıldırım UCTUG (ODTÜ)
Asım KASAPOGLU (YTU) Asaf VAROL (Fırat U)
Adnan KAYPMAS (İTU) Sıddık B. YARMAN (IU)
Ahmet H. KAYRAN (İTU) Mümtaz YILMAZ (KTU)
Mehmet KESİM (Anadolu U) Melek YÜCEL (ODTÜ)
Erol KOCAOGLAN (ODTÜ) Nusret YUKSELER (İTU)
Muhammet KOKSAL (İnönü U) Selma YUNCU (Gazi U)

KKSI'ICKI' SISI' KMLKUİN KNOU.İ İŞLETMU .EKİNDE KULLANIMI:

Pior.Dr. Hüseyin ÇAKIR
Yıldız Teknik Üniv. Elk. Müh. Dölüm Bşk.

Osman KILIÇ Elk. Yük. Müh.
Y.T.Ü Uokloia Öğrencisi

üz.et:

Günümüzde, Enerji Tesislerinin İşletim ve Kontrol Sistemlerinin (EMS) tasarımları, santrallardaki operatörlere ihtiyaç duyulan manevraları romanında ve doğru olarak yapmalarını sağlayacak şekilde yapılmaktadır.

Ekspert sistemlerinin (Uzman sistemlerin), EMS'lerde kullanılmasının tavsiye edilmesinin esası da bu bilgi alışverişini iyileştirme içindir.

ÇIKIŞ:

Çalışma, Ekspert sistemlerin enerji işletim ve kontrol sistemlerinde daha etkin kullanımını desteklemektedir.

Günümüzde, güç sistemlerinin arlan karmaşıklığı operatörlerin manevra sahalarını ve karar verme sürelerini oldukça sınırlamaktadır. Ekspert sistemlerin kullanılması operatörlerin artan yüklerini azalacaktır.

ENERJİ İŞLETMELERİN İŞLİTİMİ VE KONTROLÜ ?

Bu bölümde, bu sorunun cevabını yanı sıra İşletim ve Kontrol sistemlerinin tasarlanmasında dikkate alınması gereken hususlar incelenecektir.

EMS, temelde Enerji tesislerin işletim ve kontrollünün tek bir merkezden yapılmasının sağlanma işlemidir. Makalemizde, üretim santralının ve dağıtım tesisinin ayrı bir sistem tarafından kontrol edildiği kabul edilerek çözümler önerilmektedir.

EMS, talep yük ile üretilen gücün dengelenmesini, generatörlerin ekonomik olarak üretimlerinin planlamasını. Yüksek gerilim dağılım salt sahalarının devreye alınması ve devre dışı edilmelerini, İletim hatlarının güvenli çalışmalarının sağlanması ile operatörlerin problemleri analizlerinde yol gösterici olarak kullanılır.

Ayrıca, kontrol sisteminin yüzlerce uzak ölçüm İcimiualıuden. sistemin mevcut durumu ile ilgili olarak binlerce sayısal ve analog ölçüm değcını derleme özelliğini yanısıra enleikonekleye bağlı olan diğer enerji üretim tesisleri ise sayısal haberleşme imkanı ile diğer üretim ve tüketim bölgelerinden de sistem ile ilgili bilgilerin izlenmesi de mümkündür.

Sistem operatörleri devamlı olarak, diğer üretim Güç santralları ile, enerji dağılım bölgelerindeki operatörler ile anında sesli bağlantı kabilittir. Enerji sisteminin üretimi ile tüketimi denge olduğu zaman EMS daha ziyade sistemi izleme amacına hizmet eder.

EMS, gözetleme değerlerine göre operatörler sistemin ihtiyaç duyduğu rutin manevraları, güç santrallarıKlaki operatörler yardımı ile yapmalarını sağlarlar, böylece generatör ayar değcılıuuu değiştirilmesi yada salt tesislerinde kesicilerin açılı kapatılması ile ilgili bilgilerin aktarılması sağlanır.

Enerji tesisinin işletim ve kontrol sistemi bu yönü ile değerlendirildiğinde, kararların operatörler tarafından alındığı ve sadece veri gösteriminde yararlı olan bir sistem olarak değerlendirililabilir.

Sistem, sadece generatör üretimi değerlerini kontrol ederek, şebekenin frekansının sabit kalmasını İçinin eder aynı zamanda da enerji üretim değerlerinin yük talebine göre en ekonomik şekilde üretilmesini sağlar.

Dunların dışında kalan kontroller sistem operatörleri tarafından SCADA programları vasıtası ile yada operatörler arası sesli haberleşme ile yerine getirilmesi sağlanır.

İşletim ve kontrol sistemi. enerji sisteminin durumunu göstererek operatörün gereken manevraları yapmasını sağladığından, bilgilerin operatörlerin anlamasını kolaylaştıracak şekilde gösterilmesi önemlidir.

v.i\ : SIMIMI in. ' in <:ü i HIL CIMERIN
DK(";KKI,I;ND)IKI,Mı; si:

aşağıda lalilo halinde vcilcn parametreler
hesaplanabilir.

Uzun yıllar enerji şileminin İŞCİİİİİKIC ve kontrollünc çalışan opcalörıc. sistemle çalışmaları sonucu elde ellikleri bilgiler ile günlük kontrolleri ve ayarlamaları, karmaşık bilgisayar programaları hesaplamalarına yakın doğrulukla. kolayca yapabilirler. Sistem operatörlerinin sistem ile ilgili doğru tahminleri yapabilmeleri onların u/tın yıllar sistemle ilgili çalışmalarına ve belli bir bilgi birikimine ulaşmış olmalarına bağlıdır.

Örneğin çok tecrübeli bir sistem operatörü sistemin tepe yük değerlerini ve zamanların bilgisayar yazılımlarında daha doğru olarak (ahinin edebilir. Fakat, tepe yüklerde iletini hatlarının kopması yada bir transformatör postasının devre dışı kalması halimle farklı noktalardaki gerilim değerlerini tahmin etmesi mümkün değildir. Bunun nedeni ise şebekenin düğüm gerilimlerinde ekin olan değerlere ile olan bağıntılarının kamaşık ifadesidir.

Enerji tesisinin işletim ve kontrol sisteminin tasarlanması güç sisteminin işletimi ile ilgili olarak çok geniş bit bilgi birikimine ihtiyaç gösterir.

Sistemde kullanılacak uygulama yazılımlarının hazırlanması ve doğru sonuçların elde edilmcsidc yıllar süren çalışmam sonucu hazırlanabilmcklctdir.

Kullanıcının, sisteme müdahalesini gerektiren hallerde yol gösterici bilgi sağlamakta başlı başına bir lecriibe gerektirir.

Buradan da anlaşılacağı gibi bu tür bir yazılımın hazırlanması, geniş bir tecrübenin her an kullanıcı operatörlerin bilgileri ile kullanılmasını gerektirmektedir.

EMS yazılımını!! kullanımı ise şıı konularda operatörlere yol gösterebilir.

- Şebekenin toplam yükünün tahmininde.
- generatörlerin optimum çalışına ve durma sürelerinin tespiti.
- ölçülen değerlere göre elektrik şebekesinin statüsünün hesaplanması.
- iletim hatlarının yada transformatör postalarının devre dışında kalması.
- halinde elektriki parametrelerinin hesaplanması.
- opd'ıııal yük akışının sağlanması gibi

Fonksiyon	İşlevi
SCADA	bilgi toplanması, ayırıcı ve kesicilerin kontrolü.
Otomatik fııctını kontrollü	Frekans kontrollü, düğüm akışı.
Ekonomik ütelim	optimum üretim kontrollü.
Bakım takvimi	Makinalar arası yük aktarımını sağlanması için
Dunun değışkenleri	Gerçek zaman modelleri oluşturmak için
Güvenlik analizi	kritik değerlerin tespiti
Optimal yük akışı	kayıpların minimize edilmesi, sınır değerlerin aşılmanasının sağlanması
Genralör yük laahüdü	ünitelerin açık/kapalı statülerinin belirlenmesi
yük tahmini	ilerki hafta veya aylara ait yük tahminleri
Termik/Hidr oclektrik takvimi	Termik/Hidrolik sandalların oplınial çalışma takvimi
Üretim kayıtları	bölgeler arası enerji akış hesapları
kayıtlar	Arıza ve diğer bilgilerin saklanması

Fonksiyon	Bilgi birikimi	Bilgi kaynağı
Gerçek zaman işlemleri	operatör	İşletim tecrübesi
Uygulama yazılımı	Operatörler, Mühendisler, yazılım tasarımcıları	uygulama tecrübesi. uygun eğilim
Yazılım ve Donanımı	Mühendisler, yazılım donanım tasarımcıları	Yazılımı ve donanım tecrübesi. uygun eğilim.

MİLGİSAYAR KHI, ANIM NEDENLERİ:

Bütün bu tecrübe ve bilgi birikiminin bilgisayar yüklenmesinin nedeni, bilgisayarların tüm bilgileri çok kısa bir sürede analiz ederek bir araya getirebilmesi ve bilgileri işlenmiş bir şekilde kullanıcı operatörleic sunabilmesidir.

Enerji sisteminin gözlenmesinden elde edilen bilgilerin doğrudan doğruya operatöre, verilmesi, bilgilerin yoğunluğu nedeni ile sistem operatörü tarafından hızlı bir şekilde değerlendirilmesi mümkün değildir. EMS yazılımı bütün bu bilgileri, algoritmasına uygun olarak işledikten sonra operatör tarafından kolayca yorumlanacak bir şekilde verebildiği gibi iletim hattının modellemesince de imkan verirler. Modelleme sonucu sistemle ilgili simülasyonun yapılması ve hallerin performansları ile ilgili tahminler sonucunda, güç sisteminin güvenlik sınırları içinde çalışması sağlanabilir.

Modellerin güvenlik analizleri, iletim hattının durum değişkenlerinin yardımı ile yapılır ve arıza hallerinde ana iletim hatlarının devre dışında kalması durumunda, aşırı yük değerlerinin yada gerilim yükselmelerinin tahmin edilebilir. Aşağıdaki tabloda Enerji tesisleri işletim ve kontrol sisteminin yapması gereken diğer hesapları göstermektedir.

FONKSİYON	BİLGİ KAYNAĞI	HESAPLAYICI
SCADA	Ham Bilgi	Küçük Kapasiteli
Gen. Kontrol	Ham Bilgi	Küçük Kapasiteli
Dunun Değiş.	1 lam Bilgi	Büyük Kapasiteli
Güvenlik Analiz.	Dunun Değiş.	Çok Bilytk Kapasiteli
Güç Akışı	Dunun Değiş.	Çok Büyük Kapasiteli
Güç Santral Takvimi	Araştırma Değ- erleri	Çok Büyük Kapasiteli

Sistemin idamesinde bilgisayarlar hayati önem taşıdıklarından yedekleme bilgisayarları kullanılır, arıza hallerinde bütün sistemin asgari faaliyetlerini yerine getirebilmesi için haberleşme ağları ve operatörlerin müdahalelerine imkan verecek düzenlemeler yapılmalıdır.

EMS'nin kullanımının kolaylaştırılması bu sistemin oluşturulması sırasında kullanılan bilgi birikimiyle doğru orantılıdır. Bu bilgi birikimi tasarımı mühendislerinin ve programcılarının güç sistemi işletiminden anladıklarının yansıttığından kullanıcı operatörlerine yeterince faydalı olamamaktadır.

Yük akışı gibi uzun hesaplamalar gerektiren programların doğru sonuçlar elde edebilmeleri, verileri programa işleyen operatörlerin değerleri doğru ve eksiksiz işlemelerine bağlıdır. Programın karmaşıklığı arttıkça kullanıcının yazılımla olan bilgi alış- zorlaşmaktadır.

ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ 5. ULUSAL KONGRESİ

Bu nedenle EMS tasarımında amaç önceliğinin bilgileri en kolay şekilde işlemesi, hesap sonuçları aşırı ve gereksiz bilgilerden arındırılmış bit özel olmalıdır.

EKSPERT SİSTEMLERİN EMS'DE KULLANILMASI

EMS tasarımında üç husus önem kazanmaktadır.

1. Kontrol ve arıza mantık
2. Gerçek zaman SCADA uygulaması
3. Büyük uygulama programları.

EMS FONKSİYONU	EXPERT SİSTEM UYGULAMASI
Kontrol ve ardışık mantık Gerçek zaman SCADA uygulaması	Yazılımın tamamında Akıllı alarm işleme Arıza analizi Devreye alma Güç akışı.yük laahiidü. santral takvimi
Büyük uygulama programları	

KONTROL VE ARDIŞIL MANTIK

Uygulama programlarının tamamının Eksperi sistemlerin elkin olmalarını sağlayacak şekilde değiştirilmesi gerekecektir. Bu tür programlar, güç sistemi işletim bilgilerine dayandığından, tüm bu mantık rutinleri Eksperi sistem mantığına dönüştürülebilir. Örneğin, operatör sistemin güvenlik analizini ihtiyaç duyduğunda hesaplatabilir. Sistemin, Eksperi sistem tarafından kontrol edilmesi durumunda ise en son kontrol işaretine ve yükün en son komutun yerine getirilmesinden sonra neyin etkisi ile değiştiği vs gibi bilgilere gelecek tedbirleri alması mümkündür.

GERÇEK ZAMAN SCADA UYGULAMASI

Güç sisteminin, herhangi bir arıza durumuna kadar SCADA sistemi ile kontrollü rutin bir işlemdir. Sistemde arıza meydana geldiğinde operatör bir dizi alarm bilgisine boğulur ve bu bilgi akışı içinde çok kısa bir sürede arızayı çözüp gereken manevrayı yapması gerekir. Operatörlere yardımcı otomatik amaç ile Akıllı alarm işlemci geliştirme çalışmaları yapılmaktadır ve sırası ile şu şekilde özetlenebilirler.

AKILLI ALARM İŞLEMCI

Exper sistem kullanılarak, güç sisteminde meydana gelen arıza alarmlarını öncelik sırasına koyarak, önem sıralarına göre operatöre alması gereken tedbirlerle ilgili açıklamaları içeren özetlerle verilmesini sağlar.

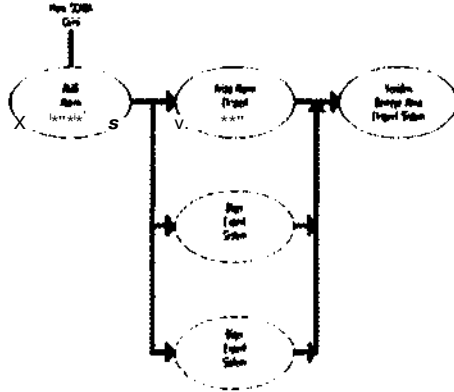
ARIZA DEĞERLENDİRME SİS TEMİ

Ekspert sistemler, kesicilerden gelen bilgileri değerlendirerek arızanın yerinin tespit edilmesini ya da bilgi eksikliği olması halinde arızanın olmasının muhtemel olduğu yer ile ilgili bilgileri sağlar.

ŞEHENİN KALKINMASI

Güç sisteminin bir kısmı ya da tamamı çöktüğü zammı, sistemin kalkındırılması daha önceden hazırlanan plan çerçevesinde yapılmalıdır. Ekspert sistem operatöre sistemi kalkındırma yol gösterici olarak yardımcı olabilir.

Sözünü ettiğimiz Ekspert sistemleri ayrı ayrı çalışmaktadırlar, bunların bir araya getirilmesi şekilde gösterilmiştir.



Ekspert sistemler aşağıdaki problemlerin çözümünü verir.

-anıza alarmlarının analizinden sistemde nelerin olduğu,

-neden olduğu.

-yapılması gereken manevralar,

BÜYÜK UYGULAMA PROGRAMLARI:

Sistem operatörlerin programlarının hususunda uzman olmamaları nedeni ile kullanılan uygulanım programlarının büyüklüğü ve karmaşıklığı artıkça kullanmaları zorlaşmaktadır.

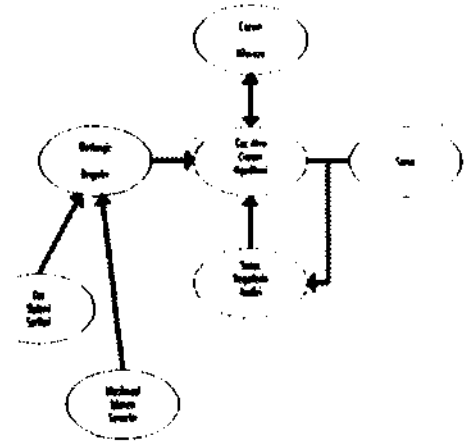
Bunun sonucu. operatörler yazılımın bina edildiği teorinin tüm özelliklerinden gerekliliği kadar

1168

faydalanamaz ya da programı doğru olarak kullanamazlar.

Örneğin optimal güç akışı hesaplamalarında, operatörlerin uygun başlama değerleri verememeleri nedeni ile programın yakınsaması ıramakla ve sonuçların yorumlanması zorlaşmaktadır.

Optimal güç akışının doğru hesaplanabilmesi için aşağıdaki Ekspert sistem önerilmektedir.



1. Başlangıç değerlerinin tayini

2.Çözüm analizi

3. Çözüm kılavuzu

1. Ekspert sistem güç akışı analizine başlarken sisteme vermesi gereken değerleri seçmesinde yardımcı olacaktır. Ekspert sistemin temeli, güç sistemi işletimi ve güç akışı analizini yapacak yazılımın algoritma bilgisine dayanmalıdır.

2. Ekspert sistemin çözüm analizi yönü ile operatörlere hesaplama sonuçları değerlendirilmesinde ve gerektiğinde, hesaplamaların düzeltilmesi için yeni başlangıç set değerlerinin seçilmesinde yardımcı olur.

3. Ekspert sistemi veri işlenmesi sırasında mevcut sistemlerde operatörleri sıkıntıya sokan menfiler yerine, değerleri öncelik sırasına göre sıra ile girmelerine yardımcı olarak güç akışı programını daha kullanışlı hale getirir.

EKSPERİ SİSTEMİNİN ENERJİ TESİSİ İŞLETİM VE KONTROL SİSTEMİNDE NEKADAR ETKİN OLMALIDIR:

Bizin görüşümü;, Ekspert sistemlerin güç sistemlerinde çok geniş bir uygulama alanı bulacağı yönündedir.

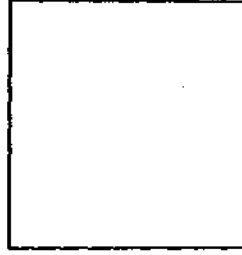
Dünyada bu uygulamalara yönelik geniş araştırmalar yapılmaktadır. EMS'lerde, Ekspert sistemler mevcut uygulamalarda arıza analizlerini yapmakta ve SCADA programına uygun salt manevralarını yapabilecek bilgileri göndere bilmektedir.

Ekspert sistemi basit manevraları operatör müdahalesine gerek bırakmadan şebekenin kontrolünü yapabilmektedir.EMS uygulamalarındaki gelişmeler gelecekte tüm manevraların ve hesaplanırların tamamen ekspert sistemler tarafından yerine getirilmesine yönelmektedir.

KAYNAKÇA:

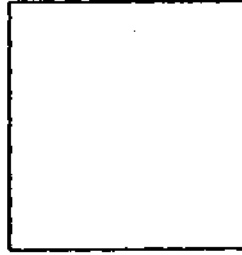
1. Wood,E.J. and Wollenberg.B.F "Touer Generation, Operation & Control". 1984.
2. Wollenberg.Br. and Sakagauchi.T." Artificial Intelligence in Power System Operations",IEEE Proceedings, vol 75 No.12,Dec.1987,pp 1678-1685.
3. Shulle,R.P. et al." Artificial Intelligence Solutions to Power System Operating Problems ",IEEE Proceedings, vol PNVS-2, No.4, Nov.1987,pp 920-926.
4. Masiello.R.D." Evolution Of Energy Management Systems", IFAC, Power Systems and Power Plant Control, 1989.

YAZARLAR HAKKINDA :



Prof.Dr. Hüseyin ÇAKIR, 1948 yılında İskeçe'de doğdu. 1972'de Y.Müh. olarak Y.T.Üniv. mezun oldu. Doktora, doçentlik ve Profesörlüğü için aynı Üniversitede İlmün-ladı. 1977-78 yılları arasında

ABD George Washington Üni. araştırmaları yaptı. Kısa süreli görevlerle İngiltere ve Almanya'daki Üni. bulundu. Y.T.Ü'de dekan yardımcılığı ve halen Elektrik Mühendisliği Bölüm Başkanlığı'nı yürütmektedir. Hüseyin ÇAKIR'ın yayınlanmış 4 kitabı ve 30 civarında makale ve uluslararası bildirileri vardır.



Osman KILIÇ. 1963 'da İstanbul'da doğdu. 1984 yılında Y.T.Ü'den Elektrik Millî, olmak mezun oldu. 1988 yılında Syracuse Üni. master derecesini tamamladı. 1989-1993 yılları arasında D.S.t ve

S.S.M'da çalıştı. Halen özel bir kuruluşla Proje Yöneticisi olarak çalışmakta ve Y.T.Ü Doktora programına kayıtlı olarak araştırmalarını sürdürmektedir.

**GUC SİSTEMLERİNİN GÜÇLENDİRİLMESİNİN
GUV.NII.IRMK VE EKONOMİKLİK BAKIMINDAN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**SEMRA Ö/TUKK
M.Ü.TFKNİK İĞİTİM FAKÜLTESİ
ELEKTRİK BOLUMU**

UZ ET

Gerek gelişmiş . gerekse gelişmekte olan ülkelerde, aranan enerji talehi ile orantılı olarak pile sistemlerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca mevcut sistemde arıza olasılığını azaltmak, başka bir deyişle sistemin güvenilirliğini arttırmak için güç sistemlerinin zaman zaman takviye edilmesi de gerekmektedir.

iletim ve dağıtım şebekelerinin güçlendirilmesi genellikle ya yeni hatların mevcut sisteme eklenmesi ya da eski hatların yenilenmesi ile sağlanır. Ancak teknik ve ekonomik ilkeler bir arada göz önüne alındığında, paralel bir hat eklenmesinin her zaman en iyi yol olmadığı görülebilir. Bu bakımdan takviyenin hangi kriterlere göre yapılması gerektiği sorusu ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmada sistemin farklı elemanlarına ilişkin "Zorunlu devre dışı kalma oranı" (Forced Outgate Rate=FOR) değerlerine dayalı olarak hesaplanan bir maliyet fonksiyonu verilmiştir. Bu fonksiyon yardımı ile gerçek ve standart FOR değerleri için maliyet analizi yapılarak, güvenilirliği artırılmasında hangi elemana güçlendirme yapılması gerektiği belirlenmiştir.

1.GIRIS

GUC sistemlerinin güvenilirliği, gelişmiş ve gelişmekte

olan Ülkeler bakımından önem taşımaktadır.

Gelişmiş Ülkelerde sistem elemanlarına ilişkin yeterli hata istatistikleri yardımı ile güvenilirlik değerlendirilmesi kolaylıkla yapılır.

Gelişmekte olan Ülkelerde ise sistem elemanlarına ilişkin hata istatistiklerinin sağlıklı bir biçimde sağlanması her zaman mümkün olmaz. Bu durumda güvenilirlik değerlendirmesinde kullanılan belirli yöntemlerin uygulanması da zorlaşır[1].

GUC sistemlerinin güvenilirliğini arttırmak, başka bir deyişle arıza oranlarını düşürmek için sistemin zaman içinde güçlendirilmesi gerekmektedir.

Üretim sistemlerinde güvenilirliği arttırmak için, taleple orantılı üretim miktarının sağlanmasına çalışılır. Böylece aşın ytkilerinden ortaya çıkacak arıza olasılığı düşürülür.

iletim ve dağıtım şebekelerinin takviyesi ise ya yeni hatların mevcut sisteme eklenmesi ya da eski hatların yenilenmesi ile sağlanır. Pratikte sıkça görülen yeni bir hattın eski bir hatta paralel eklenmesidir.

Bu çalışmada, sisteme yeni bir hat eklenmesinin teknik ve ekonomik kriterler birlikte değerlendirilerek yapılması gerektiği üzerinde durul-

muştur. Bu nedenle sistem elemanlarına ilişkin "zorunlu devre dışı kalma oranı" (Forced Outgate Rate=FOR) defaile rineday >11 olarak hesaplanan bir maliyel fonksiyonu verilmiştir. Bu fonksiyon yardımıyla yapılacak maliyet analizine göre, hangi elemanın gU<;1endirilmesinin gUvenilirliği arttırınada en ekonomik seçenek olacağı belirlenmektedir.

Yeni bir haltın eski bir hatta paralel olarak eklenmesinin her zaman en iyi çözUün olmadığı gör\l lnlş LUr f2 | .

2. OLASILIKLI MALİYET FONKSİYONU

İletim ve dağıtım şetbekelelerinin gUvenilirliğinin arttırılması, esas olarak yUk noktalarımla enerjinin sltreliliğinin saf I anna s ı d ı r . Yıllık ortalama kesilme oranı (Average annual interuption rate=AAIR) olarak tanımlanan b\yllklVlk. sistemin ne kadar yeterli olduğu hakkında tam bir fikir vermez. Bvı bakımdan takviye için sadece bu oran temel alınamaz. Daha sağlıklı bir karar için sistemin yıllık gelir kayıplarının maliyeti belirlenelidir. Bu maliyeti belirleyen fonksiyon

$$F = \sum_{i=1}^n (AAIR)_i \cdot D_i \cdot K_3 \cdot I \cdot (K_1 \cdot j + K_2 \cdot i) \quad \text{para/yıl} \quad (I)$$

olarak hesaplanır [3].
Burada

n: toplam yllk noktası sayısı (AAIR); i. yük noktası için ortalama yıllık enerji kesilme oranı

Df : i. yllk noktasında ortalama yıllık enerji taJel) i

K1, J: i. ytlk noktasında enerjinin birim fiyatı

K2 i' ' . yU'-' noktasında enerjinin kesilmesi yll/.Unden ödemesi gereken ceza (penaltı)

İaktörlü (parn/i. yllk noktasında kesilen enerji) K3] : i. yllk noktasındaki yllke ait önem takt ör ll

(AA110 değerleri. sebeke elemanlarının zorunlu devre dışı kalma oranı (FOR) değerlerine bağlı oldukları için (I) eşitliği ile verilen fonksiyon

$$F = f(P_1; 1=1,2, \dots, m) \quad (2)$$

sekinde olasılıklı gelir kayıpları maliyet fonksiyonu olarak yazılır. Burada P1 değerleri, sistemin l elemanına ilişkin FOR değerleridir, m ise sistemdeki toplam eleman sayısını göstermektedir.

3. GUÇLİ NİKMR KRİTKRİ

(2) eşitliği ile verilen olasılıklı gelir kayıpları maliyet fonksiyonunda, her bir elemana ait FOR değerine ilişkin standart değerler kullanılarak referans F_r fonksiyonu elde edilir. Bu durumda fonksiyon

$$F_r = f(P_{1, st}; 1, 2, \dots, m) \quad (3)$$

sekinin alır. Burada Pist» ' elemanına ait FOR standart değeridir. (3) eşitliği yardımı ile bulunan F_r değeri ise fonksiyonun referans değeridir.

Sistemdeki elemanlara ait gerçek FOR değerleri yardımı ile bulunan fonksiyon değeri ise

$$F_a = f(P_{1, act}; 1, 2, \dots, m) \quad (4)$$

eşitliği yardımı ile hesaplanır [4].

Gerçek değerlerle hesaplanan F_a değeri ile standart değerlere dayalı olarak hesaplanan F_r değeri karşılaştırılır. Bu karşılaştırma, sistemin gllçlendirmesinin gerekli olup olmadığını belirler. Eğer

$F_a > F_r$ ise güçlendirme gereklidir. $F_a < F_r$ olması durumunda ise güçlendirmeye gerek yoktur.

4. GÜÇLENDİRME TEKNİĞİ

Eğer güçlendirme sistemi güçlendirme gerektiriyorsa, F_r nin sınır değeri içinde F_a da bir azaltma sağlanmalıdır. Güçlendirme için en uygun seçim, F_a üzerinde en fazla etkiye sahip olan sistem elemanının takviye edilmesidir. Bu seçim her bir elemanın FOR değeri için, F_a nin duyarlılığının incelenmesi ile sağlanır. Bu amaçla aşağıdaki yol izlenir;

1. F_r ve F_a hesaplanır. Sistemin güçlendirme gerektirip gerektirmediği kontrol edilir.
2. Sistem güçlendirme gerektiriyorsa ($F_a > F_r$), sistem elemanlarının her birinin FOR değerlerini gösteren P_j değerlerine göre F fonksiyonunun kısmi türevleri hesaplanarak a_i değerleri bulunur.

$$a_i = \frac{dF}{dP_i} \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (5)$$

3. a_i değeri en büyük elemana ait P_1 değeri, maliyet fonksiyonu üzerinde en fazla etkiye sahiptir. Bu eleman güçlendirmeye adaydır.
4. En büyük a_i değerine sahip elemana güçlendirme yapıldıktan sonra F_a yeniden değerlendirilir.

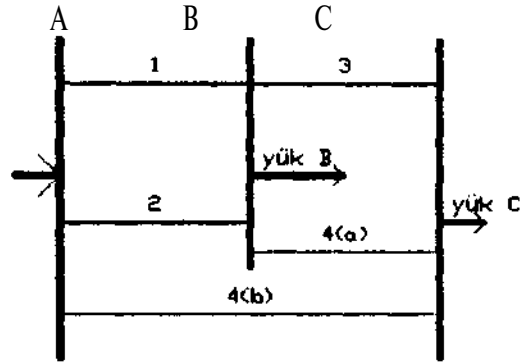
5. Eğer halen $F_a > F_r$ ise 2. adımdan 4. adıma kadar işlemler tekrarlanır.
6. $F_a \leq F_r$ olunca işlem bitmiştir.

5. ÖRNEKLER

örnek 1

Şekil 1 de görüldüğü gibi bir radyal sistem göz önüne alalım. B ve C haralarından yük çekilmektedir. Uc hatta ilişkin FOR değerleri Tablo 1,

de, yıllara ilişkin parametreler ise Tablo 2 de verilmiştir[5].



Şekil 1 3 Baralı Radyal Sistem

Tablo 1 Hatlara ilişkin standart ve gerçek FOR Değerleri

Hat	Pist	P_{lact}
1,2	1.2×10^{-3}	1.37×10^{-3}
3	0.25×10^{-3}	0.274×10^{-3}

Tablo 2 B ve C haralarına ilişkin YÜK Parametreleri

Yük	D (MW)	K1 (para/klh)	K2 (para/kfh)	K3
B	16	0.04	1.0	1.2
C	11	0.02	0.0	1.0

olasılıklı gelir kayıpları maliyet fonksiyonu(1) eşitliği ve Tablo 2 yardımıyla

$$F = 10^6 (23.792 P_1 P_2 + 1.927 P_3) \quad (6)$$

olarak bulunur. Bu fonksiyonun standart ve gerçek FOR değerlerine ilişkin F_r ve F_a hesaplandığında

$F_r = 516.01$ para/yıl ve $F_a = 572.65$ para/yıl olduğu görülmüştür. $F_a > F_r$ olduğundan sistem güçlendirmeye gerek duymaktadır. Takviyenin hangi elemana yapılması gerektiği P_1 $P_2 < P_3$ gerçek değerlerine fonksiyonun duyarlılığı hesaplanarak bulunabilir.

$$a_1 = \frac{dF}{dP_1} = 32.595 \times 10^3$$

$$a_2 = \frac{dF}{dP_2} = 32.595 \times 10^3$$

$$a_3 = \frac{dF}{dP_3} = 1.927 \times 10^3$$

Görülmektedir ki en büyük duyarlılık 3 hattına aittir. Bu yüzden takviye 3 hattına yapılmalıdır. Eklenecek hattın FOR değerinin $P_4=1.4 \times 10^{-3}$ olduğunu varsayalım. Bu durumda iki seçenek söz konusudur.

a) 4 hattı, 3 hattına paralel eklenecektir. Böylece (6) eşitliği

$$F=10^6 (23.7921^2 + 1.927 P_3 P_4) \quad (7)$$

seklini alır.

$P_1, P_2 \gg P_3$ gerçek değerleri ve P_4 tahmini değeri ile bu eşitlik

$F_a=45.39$ para/yıl değerini verir. $F_a < F_r$ sağlanmıştır.

b) 4 hattı A ve C haralarının arasına eklenebilir. Bu durumda ise gelir kayıpları maliyet fonksiyonu

$$F=10^6 (23.792 P_1 P_2 P_4 + 2 t.865 P_j P_2 P_3 + 1.927 P_3 P_4) \quad (8)$$

seklini alır.

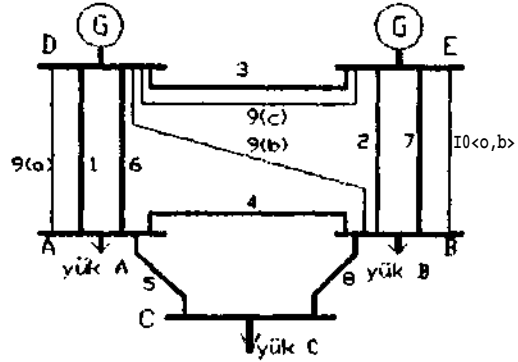
(8) eşitliği ile hesaplanan F_a değeri, $F_a=0.953$ para/yıl olmaktadır. Bulunan F_a çok fazla küçük değildir. Bu durum, b seçeneğinin daha etkin bir çözüm olduğunu göstermekte ise de, karar verilirken maliyete etkili diğer faktörler (Eklenecek hattın uzunluğu, taşıma kapasitesi v.b) göz önüne alınmalıdır.

örnek 2

Sekil 2 deki sistemde iki generatörden her birinin kendi ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ 5. ULUSAL KONGRESİ

yüklerini karşılamada yetersiz olduğu varsayılmıştır. Bu nedenle 1 ve 6 veya 2 ve 7 hatlarında bir arıza halinde 3. bir hat gerekli olacaktır.

Tablo 3 ve Tablo 4 sırasıyla hatların FOR değerlerini ve yük parametrelerini vermektedir.



Şekil 2 örnek 2 ye ait sistem

Tablo 3 örnek 2 de verilen Sisteme ait hatların FOR Değerleri

Hat	P_{1st}	P_{lact}
1,6	7.5×10^{-3}	8.565×10^{-3}
2,7	1.0×10^{-2}	2.855×10^{-2}
3	4.5×10^{-2}	1.142×10^{-1}
4,5,8	5.0×10^{-3}	0.571×10^{-2}

Tablo 4 örnek 2 de verilen sisteme ait yük parametreleri

Yük	D (MW)	K_1 (para/kfh)	K_2 (para/klh)	K_3
A	297.5	0.04	0.2	1.1
B	140.0	0.04	0.0	1.0
C	35.0	0.05	0.2	2.0

(1) eşitliği ve Tablo 4 yardımı ile bulunan gelir kayıpları maliyet fonksiyonu aşağıdaki şekilde elde edilir:

$$r=10^7 \{r, u. 801 P_1 r_y, [P_3+P_2 P_7+ \\ 4.906 P_2 P_7 [P_3+P_1 P_6+P_4 (P_5+P_8)] \\ +15.33 [P_2 P_7+P_8 (P_4+P_5)] x \\ [P_1 P_6+P_5 (P_4+P_8)]\} \quad (9)$$

Bu fonksiyon için hesaplanan F_r v_p I_a değerleri ise, $F_r=1971.048$ para/yıl ve $F_a=10398.926$ para/yıl olarak bulunmuştur. $F_a > I_r$ olduğundan gılcıendırme gerekli idir. (9) eşitliği yardımı ile gerek FOR drferlerine göre duyarlılıklar

$$\begin{aligned} a_1 &= 679.645 \times 10^3 \\ a_2 &= 162.184 \times 10^3 \\ a_3 &= 90.458 \times 10^3 \\ a_4 &= 1.925 \times 10^3 \\ a_5 &= 2.179 \times 10^3 \\ a_6 &= 679.645 \times 10^3 \\ a_7 &= 162.184 \times 10^3 \\ a_8 &= 1.530 \times 10^3 \end{aligned}$$

değerlerindedir. En bil yük duyarlılık 1 ve 6 hatlarına ait olduğu için bu hallerin takviye edilmesini gerekmektedir. Bu durumda ise Uç farklı seçenek söz konusudur.

a) Yeni bir 9 hattının 1 ve 6 hatlarına paralel olarak sisteme eklenmesi durumunda (9) eşitliği aşağıdaki şekli alır.

$$F=10^7 \{68.801 P_1 P_6 P_9 [P_3+P_2 P_7+ \\ 4.906 P_2 P_7 [P_3+P_1 P_6+P_4 (P_5+P_8)] \\ +15.33 [r_2 r_7+F_8 (P_4+P_5)] J x \\ [P_1 P_6 P_9+P_5 (P_4+P_8)] J\} \quad (10)$$

Bu yeni hatta ait FOR değerinin $P_9=ü.004568$ olduğu varsayılarak $F_a=4604.361$ para/yıl olarak bulunur.

Görülmektedir ki F_a halen F_r den bUyllktUr. Yeni bir gUclendirme için (10) esitiğinin gerçek FOR değerlerine göre hesaplanan kısmi tlirevleri ile duyarlılıklar

$$\begin{aligned} a_1 &= 3104.616 \\ a_2 &= 160.328 \times 10^3 \\ a_3 &= 4ü.2 I 6 \times 10^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_4 &= 1287.216 \\ a_5 &= 1828.155 \\ a_6 &= 3104.616 \\ a_7 &= 160.328 \times 10^3 \\ a_8 &= 1114.954 \\ a_9 &= 5821.158 \end{aligned}$$

bulunur.

Bu durumda ise 2 ve 7 hatlarının takviye ve gerek gösterdiği görülmektedir. Yeni bir 10 hattı 2 ve 7 hatlarına paralel eklenmesi gerekmektedir, Eklemenin yapılması halinde (10) eşitliği

$$F=10^7 \{68.801 P_1 P_6 [P_3+P_2 P_7 P_{10}+P_4 \\ 4.906 P_2 P_7 [P_3+P_1 P_6+ \\ P_4 (P_5+P_8)] +15.33 [P_2 P_7 P_{10}+ \\ P_8 (P_4+P_5)] x [P_1 P_6+P_5 (P_4+P_8)] J\} \quad (II)$$

şekliinde yazılır, Yeni eklenen hatta ait gerçek P_j değerinin 0.004568 seçilmesi ile $F_a=49.9(9)$ para/yıl olarak bulunur. Böylece $F_a < I_r$ sağlanmıştır.

b) İkinci bir seçenek B ve D haraları arasında yeni bir 9(1) hattı eklemektir. Bu durumda işlemler tekrar edilerek yine B ve E haraları arasında 10 hattının eklenmesi gerektiğine gelinir. Bu durumda $F_a=160.005$ para/yıl $< F_r$ olmaktadır.

c) UcUneU bir seçenek ise D ve E baraları arasında 3 hattına paralel yeni bir 9(o) hattının eklenmesi olabilir. Bu işlem sonucunda ise $F_a=115.86$ para/yıl değerini almakta ve yine $F_a < I_r$ sağlanmaktadır. Bu Uc seçeneğin karşılaştırılması ile görülmüştür ki a ve b seçeneklerinde sisteme iki ayrı hat eklenmesine karşın, c seçeneğinde tek bir hattın eklenmesi sistemin takviyesi için yeterli olmaktadır.

6.SONUÇ

Bu çalışmada, sistem güvenilirliliğinin sağlatınasıyla ekonomiklik kriterinin de göz önüne alınması gerekliliği vurgulanmıştır. Pıkorotniklik ve güvenilirlik gibi birbiri ile

ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ 5. ULUSAL KONGRESİ

kolison lui iki kriter arar;uda th"i...|e|ro|iaIM'ity and i>v<.MiU...
en üyelin d'nporin ıa<? 1anna.sı emsid>-1afions" Eler1ıjca l
önem taşımaktadır. l'u drn;...ııflı İnv.-or and İaler^y Systrms. Vo 1
ö<>lii-leiüies-joi saıııııyacak l>ıı 111. N...! . Jauary 1'7UK.
ma 1 i i) " l . l o u l : s i v o u u v e r i l i m i l .
t i r . S i s i i ' i u r l o m a n l a r ı n ı u
>..>run 1 u d e v i ' . . i) i Ő ı Ő , l a 1 m a
do;:e-|rii ilotru)ımla u a n ı m ı S < . m i a <? İ i i r k : : i i d . l) o u . 1 1 ; .
1 o u k < i > ' M ı y a d ı m ı y l a y o t e r k \ <
s t a i d a r l m i i i y r l d e f e r | e r i
k a r Ő i l a Ő 1 M l a . I l l m < b ; (e , j , . . l i i y -
l e - (i ' Ő : 1 1 o l ' . u d i | . Ő l l e 1 1 i n f i l i ' k l i
o l u p o 1 n i M ' l i ; : ! u a k a r a r ^ t i ! < . .
l) i 1 i n e k t ' ' . (i r . A y r ı e a h a n ; i
o l o m m a n ı n u m a i y e l . i i l a h a I M ! ;
e t k i l e d i l u ı u n a r a ! . i k v i y r s i
p e i r k 1 i o l o m a u Ő < k e l i 1 e h i 1 l -
i n e k t o d i r .

Tokuik. hasit öiiekl-ı İheriııde
açılılanmıklır. İra'ık olarak
uyfiti1anma;ıı kolaydır. Amal;
l)ly|tl: sistemler için "İasılıl.
fonksiyonunun kurulması olduk--
ca pılı; olabilir, İltİv_1» dutum-
lanla si'4'Mii a.lt sis'<mlou<
ayırarak çiiy.mek veparç.-\ 1 a t i
h i r 1 e Ő t i r o r < k Q Ö / . U ı i l O n l a Ő m d "
ııtlmklln olahilir.

KAYMAKLAR

[1 | İkwue, A.O. . "Econometric and
relia>ility ol sııpnly ol
deve1opıll," pev:e, sysİris" 1 İd
rıı:oi'i}}-:İHNC. |>.>ı.ı.<.ı. N.<. . .
İh17 . Nııveni>er 1 ?' . fi

[2 | N);ııH! 'm. . . M. . K> . a.ııııı . S . İ . . .
"İ\o] iahılılıy oİitoria 1or
|o\vor systems ap[]) lion tion lo
les s develope.d sy>tems "
Procedin," ol' Hıo ANSJ' J . - 1 " f .
Nairobi . Kenya, November İ'ıfj.l.

[3 | İli 1 1 inlon: İİ . "İnv--r System
Rr 1 jahi 1 i t v 1 'iv/ıı.ıM' iıııı" üoidou
İİreaoİ! Seinıoe İ'n b 1 is in' 1 . : . İV " İV
York (! ' - ' 70) .

[4 | İıi 1 1 in! on. M. . Ko<: 1 in. İİ. . . .
Roos .] . . . "Kel iahi 1 i t y
e<|ııııva l'Mits in ' . nııposit system
re 1 i a b i l i l v e v a | u a l i o n " İİ'İ!
İ'ro.ıediıı;: . Vo 1 . 131. |>t
No?. May İ'ı?; 7.

İ5 İ Kashrd. A. M. İ! . . . Av. ad. M. M. . .
"İ'ovııı r s y l o m İ e l n l o i e r m e n i

! : * " l ' d o ! s i . - u l l u l < l a
d i ; u . l i . M ' ? " v i l i n . \ i
l . l . İ V u İ İ k i l 1 İ r ; i
İ i / . İ k i l i l i İ M i ' İ m l . . n
m < / u D u l d m ! . 1 . İ i .
İ i - k İ r i k k . - İ k U I l " :
S İ İ İ M İ İ İ İ İ İ İ İ
İ ; İ e l ; İ i i ; M i i M ' u d İ - İ
O 1 a r a ! ; n i e z n u o l d n . İ İ İ İ İ d "
1 . T . İ . İ m M i İ M l e r i k ' n s l i
İ İ İ U ' n - l e V i : l e | . M U H - n d i s
u n v a n ı n ! - İ d i . İ ' 2 . > ' > > ' < a İ >>> k 1 o r .
İ ' . ' . ? ' d e V r d . İ ' o c . o l d u . İ l a l ' - n
M ' > . M l l l a İ n i > . i . a l . < s i İ e l ; n i İ
İ ; " İ l i m İ ' a k U 1 ! . o ; İ n d r İ İ İ İ
v a p i ; > k t a d ı r .



AA-DA * ENERJİ SİSTEMLERİ OPTİMAL GÜÇ AKISI HESAPLAMALARINDA KULLANILABİLEN YENİ BİR AYRIK AA-DA GÜÇ AKISI ALGORİTMASI

UĞUR ARİFOĞLU
Sah.a.r\>ct Unix>ersi t esi
Müh. Fa h. EI eh.tr i h. Böl ümü
Saharya.

NESRİM TARKAN
İstanbul Teh.ni h. Üniversitesi
EIEh.tr ih.-Eleh.tron ih. Fa.h.-i.i Itesi
80191 1s tembul

Özet: Son yıllarda literatürde birbiri, ile yetkin ilişki içinde olan iki alanda önemli çalışmalarla karşılaşılmaktadır. Bunlardan ilki, teknolojinin çelişimi ile birlikte aUç elektroni.öi (HV elektroniği) elemanlarında ulaşılan ve gelecek için de umuI veren sınır değerlerle ilgilidir. Diğeri, «tabii ile problemlerinin en asa indirilmesinde etkin olan AA-DA enerji sisteminin kullanımını öneren çalışmalardır. Kuşkusuz bu iki alanda yapt.lan araştırmalar birbirlerini yakından ilgilendirmektedir. AA-DA sisteminin kullanımını beraberinde güç akın çalışmalarını gündeme getirmektedir. Bu amaçla geliştirilen algoritmalar içinde ayırık yöntemeye dayanan yaklaşımlar, birleşik yöntemeye göre bilgisayarın bellek kullanımı ve hızı bakımından üstünlüklere sahiptir. Sunulan bu çalışma il-? yukarıda sözü edilen üstünlüklerin AA-DA oplimal güç akış algoritmasına taşınması amaçlanmıştır. Bu çalışma optimal güç akışı yaklaşımlarında kullanılmak için tasarlanan yeni bir ayırık AA-DA güç akışı, algoritması ve optimizasyon hesaplamalarında gereken ön açıklamaları içermektedir.

1. GİRİŞ

Son yıllarda endüstriyel ülkelerdeki iletim şebekelerinin yükü oldukça artmıştır. Bu artış» sistem iletim kapasitesini kararlılık sınırlarına yaklaştıran seviyelere kadar yükseltmiştir. Yeni yapılması planlanan iletim hatlarının yüksek yapım maliyetleri, çevre şartları ve uygun iletim hatları yolu eksikliği sistemin

planiyıcılarını güç iletim ve kararlılık sınırlarını arttırmak için yeni arayışlara zorlamıştır [1-2].

Elektrik mühendisliğinin literatürüne FACTS (Flexible Alternating Current Transmission System) olarak isimlendirilen ve kısaca esnek AA sistemi diye tanımlayacağımız yeni bir kavram girmiştir. Bu kavram sistem analistlerini yakından ilgilendirmektedir. Statik var kompensatörleri, yüksek gerilimli doğru akım iletim hatları, hızlı kontrol edilebilen faz kaydırıcıları FACTS da önemli rol oynarlar. Yukarıda sayıları sistem parçalarının hiç biri yeni tanınan eleman olmasa da, burada yeni ve önemli olan konu bunların AA sistemi güç iletim sınırlarını arttırmada kullanıldığıdır C3.4J.

Yüksek güçlü çevirici istasyonlarının ekonomik olarak üretimine yönelik ciddi adımların atıldığı günümüzde, birleşik AA-DA enerji iletim sisteminin tüm dünyada yaygın olarak kullanımını artık kaçınılmaz bir alternatif olarak karşımızda durmaktadır. Ayrıca belirtilen bu çalışmaların, enerjinin en ekonomik şartlarda üretim ve dağıtımını sağlamak için, yapılan hesaplamaları da içermesi gerekir.

2. AA-DA SİSTEM MODELİ

DA sistemine ilişkin modelleme, aşağıda verilen ve literatürde genel kabul gören varsayımara göre yapılacaktır:

- AA sistemindeki akım ve

gerilime alt ana (birinci) harmonik değerleri dengelidir.

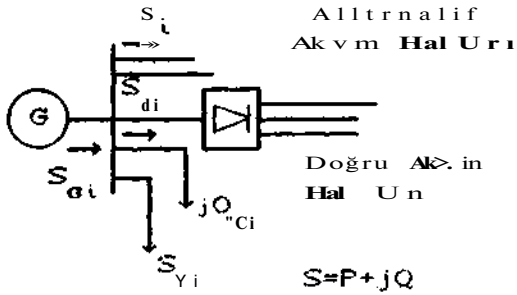
- Ana harmonik dışındaki harmonikler ihmal edilecektir.

- DA sistemine ilişkin akım ve gerilim değerindeki dalgalılık göz önüne alınmayacaktır.

- Çeviricilerde kullanılan tris-törler ideal anahtar kabul edilecektir. (İletim yönünde sıfır, tükama yönünde ise sonsuz değerlerde direnç gösterir.)

-Çevirici transformatörünün boşta çalışma akımları ve kayıpları ihmal edilecektir.

Şekil 1 de generatör, çevirici, yük, şönt kompansatör ve iletim hattının bağlı olduğu genel amaçlı bara şeması verilmiştir. Bunları tanımlayan büyüklüğe ait indisler ise sırası ile a, d, Y ve c dir.



Şekil 1. AA-DA Sistemlerinde Ön Amaçlı Bir Bara.

nb adet baraya sahip AADA sisteminde, aktif ve reaktif güç denge eşitliği yardımı ile bulunan, i. baraya bağlı AA hatlarından akan aktif ve reaktif güç değerleri

$$P_i = P_{oi} - P_{ci} - P_{di} = V_i Z_{im} V_m (G_{im} \cos \delta_{im} + B_{im} \sin \delta_{im}) \quad (1)$$

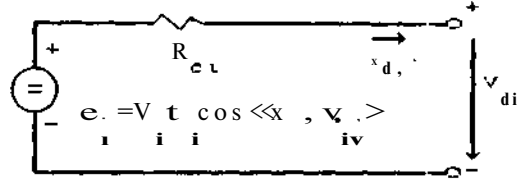
$$Q_i = Q_{oi} + Q_{ci} - Q_{di} - Q_{im} = V_i Z_{im} V_m (G_{im} \sin \delta_{im} - B_{im} \cos \delta_{im}) \quad (2)$$

ile elde edilebilir. (1) ve (2) de, $Y_{im} = G_{im} + jB_{im}$ bara admitans matrisi (i,m) no lu elemanı. δ_{im} i. baraya ilişkin gerilim faz açısı. V_i ise gerilim genlik değeridir.

ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ 5. ULUSAL KONGRESİ

3. ÇEVİRİCİ MODELİ

Şekil 2 ile verilen çevirici modeli, bu amaçla yapılan bazı çalışmalarda da kullanılmıştır. İstenirse çok kutuplu sistemlere de kolaylıkla uyarlanabilir.



Şekil 2. Çevirici Devre Modeli

Kullanılan tüm büyüklükler birim değerler cinsinden verilmiştir. I_{di} çevirici doğru akım değeri, R_c komutasyon direnci, e çevirici açık devre gerilim değeri olmak üzere, i. DA terminaline ilişkin doğru gerilim değeri

$$v_{di} = e_i - R_c I_{di} \quad (3)$$

ifadesi ile elde edilir. ω de kullanılan e değeri ise,

$$e_i = V_i t \cos \omega t \quad (4)$$

eşitliği ile bulunabilir. Yukarıdaki t büyüklüğü çevirici transformatörü kademe ayar değeri, cx ve y ise sırası ile doğrultucu tetikleme açısı ve evirici toparlanma açısıdır, e değeri aşağıda verilen

$$0 < e_i \leq e_i^{max} = V_i t \cos \alpha_i \quad (5)$$

ifadeyi sağlamalıdır. Çeviricilerin ısı dayanımı temel alınarak saptanan akım sınır değerleri ise aşağıda verilmiştir:

$$0 \leq I_{di} \leq I_{di}^{max} \quad (\text{doğrultucu}) \quad (6)$$

$$-I_{di}^{max} \leq I_{di} \leq 0 \quad (\text{evirici}) \quad (7)$$

A. DOĞRU AKIM DEVRE EŞİTLİKLERİ

Doğru akım devresine ilişkin hesaplamalarda şekil 3 de verilen terminal şemasından faydalanılacaktır. Çevirici

tl a "IT. format. öiüne a. it. ka vı [lar ın ilimal edilmesi ŞarU ile. re-ii i- ciye doğru akan p. jı *M.ii ' cı.) I. r(?=1M, it" gü; dey<=>rlerj asağ dadıı :

$$P_{di} = v_{di} I_{di} \quad (8)$$

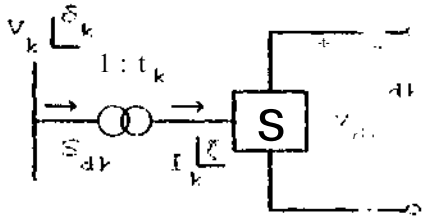
$$Q_{di} = P_{di} \tan \phi_{di} = V_{di} I_{di} \sin \phi_{di} \quad (9)$$

(9) ifadesinde kullanılan AA barasından çeviriciye d-ğr t ksn alternatif akım genliğini ise lu deÜere ait faz açısı m şis^er rnektedir. Yukarıda yapı. I -m \ abul ler altında (3) ifadesi I -f. ~p.

tanımı kullanılarak

$$v_{di} = V_{di} \cos \phi_{di} \quad (10)$$

şeklinde de yazılabilir.



Şekil 3. AA-DA sisteminin devre şeması. Termi. r>alı .

1 numaralı çeviri-'. r-efrans alınıp her bir çeviri i barasına akım Vaynağı bağlanıtı ile elde edilen doğru akım d>-re- ine ilişkin açık devre gerilim eğel eri. çevirici doğru akım değ rlerinin fonksiyonu olarak da y? ılal ulur:

$$e_i = e_i - P_i I_i + R_i I_i \quad (11)$$

Bu ifade de verilen r_i -DA devre- sine ilişkin olarak o! işı urulan bara direnç matrisinin <<. .i> numaralı elemanıdır. Kuli • ul "m yön- tem aer eği çeviriciler n çalışma tarzında bir değı şıkl i- • Lduğun- da komutasyon direncin n I; aı eti

değı ştiğı için. P komut.3T, von direnci bara direnç matrisine dahi. l edilmemiştir. Böylece PA devre-sine ait t j, etim hat lar ın- da bağı antı değı şki iğı olmadı - âı süı »ce. bat a direnç matrisi- ni i) t ijm hesaplama! ar boyunca •aynı ka lması s.a.ğı annı ştir ["3] .

5. A Y F I İ : AA - DA GÜÇ AV. I S J.

AA-DA güç akışı çalı s, malsı rı - >la çöztme yönelik iki farklı vaki aşını söz konusudur. Bir in- ci yaklaşım birleşik çözüm ola - i" ak adlandırılır. Bu yaklaşı m- da sistemi temsil eden tüm eşitlikler- bir arada ve aynı zaman di liminde çözümler. Bu yaklaşımın olumsuz yönü. doğru akım hatlarındaki artışla bera- ber- matris boyutlarında ve do- layısı ile çözüm süresinde mey- dana gelen artışlardır.

İkinci yaklaşım ise ayrık çö- züm olarak isimlendirilir. Bu yaklaşımda çevirici terminalle- rinin AA barasından çektiğı akt. i f ve re.aktif güçler AA ba- rasına sabit yük olarak yansır. Dolayır; ı ile herhangi bir AA güç sk ı ş ı yak l aş ı m a yr ı k AA- LA güç akışı vaki aşımında k \ I - l anı l a b i l i r. Yukarıda anlatılan özellikler göz önüne alınarak yapılan AA güç akışı, algoritma- sında, belirlenen tolerans sı- nırlarına göre yakınsama elde- edilmeye çalışılır. Yakınsama gerçekleşince AA sistemine ait- en son değerlerle DA güç akışı hesaplamalarına girilir. AA-DA güç a k ı ş ı s t / g o r i t m a l a r ı a y r ı ayrı tek iterasyonda yakınsar ise AA-DA güç akışı tamamlanır. aksi halde döngü kaldığı yer- den devam eder. Ayrık yöntem, DA hat sayısının çok miktarda olmadığı AA-DA sistemlerinde, çok daha verimli olarak kulla- nılabilir. Ayrıca doğru akım sistemine ilişkin özel değerle- rin algoritma içine sokulması birleşik yaklaşıma göre çok da- ha kolay olmakta ve böylece ya- kınsama, hızı da artmaktadır.

6. AA-DA ÇUÇ AKISI ALGORTMASI

Çalışma noktasına ait değerler ana hatları ile özelleme ve çalıtılan hesaplama sırası gözetilerek it, eratif yol. 1* bulunabilir:

1- İlk iterasyon'Ja geççrli olmak üzere v_{di} talimi ni yapılır. Uyji in olan

$$v = v_{\max} \quad (i=1, \dots, nc) \quad (12)$$

alınmasıdır.

Çeviriciye ilişkin değer akım talimini değerleri I_{di} ise

$$I_{di} = \frac{P_{di}}{v_{di}} \quad (i=1, \dots, nc) \quad (13)$$

ifadesi ile bulunur <ilk iterasyon başlangıcında P değerinin

bilindiği kabul edilraektedir. >. 3- Daha sonra çeviriciye ilişkin gerçek doğru akım değerleri bulunur. Bunun için önce tahmin edilenle gerçek akımlar arasındaki farkı en aza indiren, u genişletilmiş amaç ölçüt fonksiyonu tanımlanır:

$$\mu(I_{di}, I_U, \lambda) = 0.5 \sum_{i=1}^{nc} \sigma_i (I_{di} - I_{di}^0)^2 + \lambda \sum_{j=1}^{no} I_{ij} \quad (14)$$

p ifadesi aşığıda verilen kısıtlayıcı fonksiyonu sağlamalıdır:

$$\sum_{i=1}^{nc} I_{di} = 0 \quad (15)$$

<14> denklemi nde verilen <7> akımların çevirici terminallerine dağılımını sağlayan bir katsayı, λ ise Lagrange sabitidir. (14) ifadesini sağlayan optimum çalışma noktası için yapılan hesaplama sonucunda elde edilen

$$\lambda = \left\langle \sum_{i=1}^{nc} \frac{1}{\sigma_i} \right\rangle_{i=1}^{nc} \quad (16)$$

eşitliği aşığıda kullanılarak, çevirici akım değerleri için ELEKTRİK MÜHENDİSLİğİ 5. ULUSAL KONGRESİ

$$I_{di} = I_{di}^0 - \frac{\lambda}{\sigma_i} \quad (i=1, \dots, nc) \quad (17)$$

ifadesi bulunur. 4-

$$e_i = v_{di} + I_{di} R_{ci} \quad (18)$$

esitliği, yardımcı ile çeviricilere ilişkin açık devre çeriliin değerleri bulunur:

$$e_i = e_{ci} - P_{ci} I_{di} + R_{ci} I_{di} + 2I_{di} r_{ci} \quad (i=1, \dots, nc) \quad (19)$$

<19> ile bulunan e_i değerinin $e_i < v_{\max} \quad (i=1, \dots, nc)$

ifadesi ile verilen koşulu her v değeri için sağlayıp sağlamadığı kontrol edilir. Çay «t. taşma var ise taşan miktar e_i değerlerinden çıkartılır. 5-

$$v_i = e_i - I_{di} P_{ci} \quad (i=1, \dots, nc) \quad (21)$$

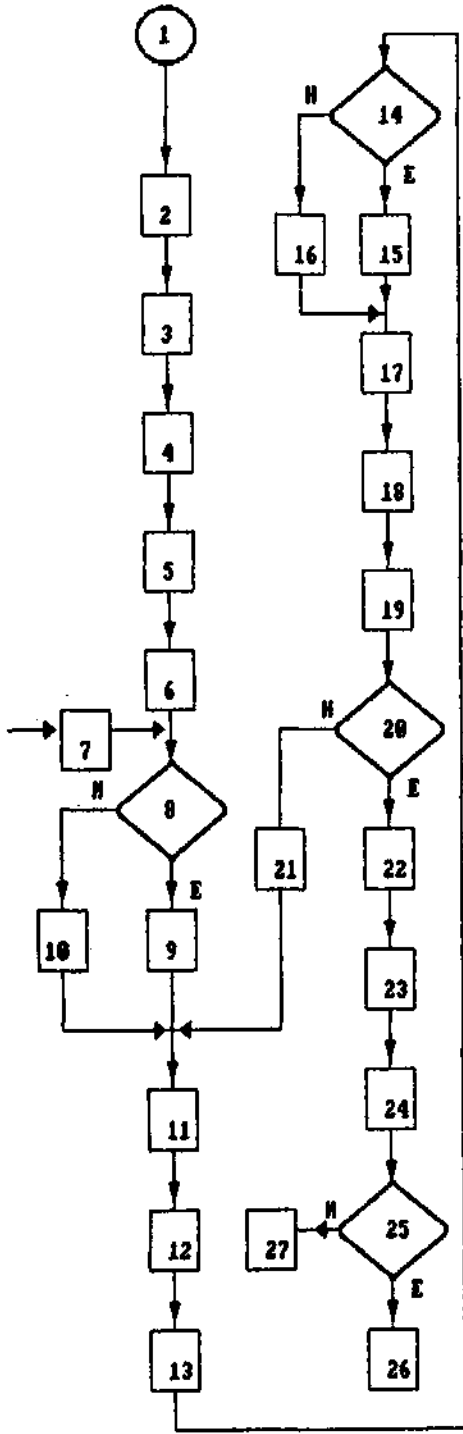
eşitliği kullanılarak çevirici terminal gerilim değerleri hesaplanır.

Sayet 2. adında kabul edilen ile 3. adında bulunan v_{di} değerleri arasındaki fark, verilen tolerans içinde kalıyorsa, güç akışına ilişkin diğer hesaplamalara geçilir. Aksi halde 2. adında bulunan v değerleri. 2.

adıma taşınarak hesaplamalara tekrar başlanır.

Yukarıda ana hatları ile verilen ayrık AA-DA güç akışına ilişkin tüm hesaplamalar şekil 4 de verilmiştir. Bu algoritma AA-DA optimal güç akışına yönelik olarak hazırlanmıştır. Bu yüzden DA güç akışı algoritmasına girişte tahmin edilen değerlerin yerini, ilk iterasyonu izleyen iterasyonlarda optimal AA-DA güç akışı sonucundan elde edilen değerler alacaktır.

AA-DA güç akışında, x durum değişkeni vektör matrisi AA ve DA sistemlerini temsil eden iki ayrı alt vektör matrisden meydana gelir. Şekil 4 de



1. Da; la
2. İterasyon limitleri, yakınsama toleransı, çevirici bar'a bağlantı listesi, doğru akım hat değerlerini gir.
3. 1 numaralı doğru akım çevirici bo-rasını referans olarak bara direnç mairisini oluştur.
4. Çevirici parametrelerine ilişkin alt ve üst sınırlarını gir.
5. Çevirici akım ve tetikleme açılımlitlerini gir.
6. Ağırlık katsayılarını gir. tel
7. AA güç çıkışı sonuçlarından v, <5. değerlerini, optimal güç akışından ise P_{di} , t_{di} ve v_{di} değerlerini gir. B. ilk döngü mü?
8. $v = v_{di} \cdot \cos(\gamma_{min})$
 $t_{di} = \arccos(v_{di} / v_{max})$
10. v_{di} değerini optimizasyondan taşı.
 $v = v_{di} \quad <i=2 \dots ne>$
11. Çevirici çıkış akımı tahmini yap.
 $I_{di} = P_{di} / v_{di} \quad (i: 1, \dots, ne)$
12. <1> - <17> eşitlikleri yardımı ile çevirici çıkış akımlarını bul.
13. $R_{ei} = I_{di} \cdot I_{di} / I_{ei}$ $<i=1, \dots, nc>$
 $(R_{ei} > 0; do4ru I_{ei} < 0; evirici)$
14. İlk döngü mü?
15. $e = 1$ birim
16. $S_{ei} = v_{di} + I_{di} R_{ei}$
17. <i> I_{ei} değerlerini bul.
19. <20> eşitliğini sağla.
 iP_{ei} ifadesini elde et, taşma var $i3ev_{di}$ değerini ayarla.
20. 11. adım ile iP_{ei} adımıdaki v_{di} değerlerini karşılaştır. Fark var mı?
21. v_{di} nin yeni değerleri ile hesaplamalara tekrar başla.
22. $\alpha_{ei} = \arccos(v_{ei} / v_{di})$ $<i=1, \dots, ne>$
23. $\beta_{ei} = \arccos(v_{ei} / v_{di})$ $<i=1, \dots, ne>$
24. $P_{ei} = v_{ei} \cdot I_{ei} \cdot \cos(\alpha_{ei})$; $a_{ei} = IP_{ei} \cdot \tan(\beta_{ei})$ $<i=1, \dots, ne>$
25. AA-DA güç akış algoritması bir ileraayonda yakınsadı mı?
26. OUç akışı hesaplamalarından çık, optimizasyon hesaplamalarına git.
27. Alternatif V akım güç akışı hesaplamalarına yeni doğru akım değerlerini taşı.

Şekil 2. AA-DA Enerji Sistemleri Optimal Oüç Akışı Hesaplamalarında Kullanılabilen -Yeni Bir Ayırık OUç Alaçı Algoritması.

verilen algoritmaya dayanan ak DA sistemine ilişkin x_d ait vektör matrisi

$$x_d = \begin{bmatrix} I_{d1} & \dots & I_{dn} \\ \phi_{11} & \dots & \phi_{n1} \end{bmatrix} \quad (22)$$

ifadesi ile verilebilir. Aynı şekilde DA sistemindeki ilişkin koritrol deyişkenlerim içeren u_d alt vektör matrisi u_d e

$$u_d = \begin{bmatrix} P_{d1} & \dots & P_{dn} \\ v_{cU} & \dots & v_{cU} \end{bmatrix} \quad (23)$$

olarak verilebilir.

Optimizasyon hesaplamaları boyunca kullanılan ve DA sistemini temsil eden eşitlikler (re'id'i) ise daha önceden verilen ifadeler yerelini ile hulunaabilir;

$$R = P_{di} - I_{di} \cdot V_{di} = O \quad (i=1 \dots n) \quad (24)$$

$$P_{di} = v_{di} - v_{di} + \dots = 0 \quad (i=2 \dots n) \quad (25)$$

$$P_{di} = \dots = 0 \quad (i=1 \dots n) \quad (26)$$

$$R = 1, -v_{di} I_{di} \sin \dots = O \quad (i=1 \dots n) \quad (27)$$

7. SOM UÇ

Güç akışı algoritması, optimal güç akışı hesaplaması bitinceye kadar çok sık kullanılan bir alt programdır. Bu çalışma, önerilen ayrık AA-DA güç akıcı yaklaşımı yardımı ile, ayrık yöntemin sayıladığı üstünlükleri, AA-DA optimal güç akışı hesaplamalarına taşımaktadır. Optimizasyon yönteminin den bağımsız olarak çalışabilmesi bu algoritmanın, bir diğer üstünlüğüdür.

KAYMAKLAR

1-ANDKRSSON Ooror., HVDC Links Us-
«d to SUtı h.:? EUct MC Povir
SysIsms.ABB R-?vL<?U. No. 2, r.p. 1
22.1P»2.

2-Ou\d>F*rP'.onninqpol.'nk~
Tormiho».ı.r.çı oI AO Sv<ştom L<>+3-
ttton=İlo.v.İ.İ.αLowC'.rculto>po-
Cİİİ.<?s.P>r'.I.AC-ÜC Sığ, İnİoi-
acK'.on<V'.«noİ»fi<1,0:qr>to<1.

3-HIKOORANI O. U. Po>»r Fl « » ' i -
n. ; = in EV » c l r i c » J ' I I >>> . a p . -
L ^ of Power El . = c t r o n i c < ? in Fİİ
İijre Pou. Sığ'. «mç, İEE p [or. Vol .
7rt.No.4,pp.481-4B2 Aprı.İ. İOKİİ.

4-NO7Aİİİ F. , PATEİ, H.S. , Pov>r
Elİcİronİ.TS >n EUctric İİ'.>. -
Utl.(5: HVBC Pow<>r Tr<İİ=ml «:z=
oİİ Syst<İİİ?, İEE Proc. .Vol. 7İf
No. İ. p p. -İ;^ -r;oeİ. Aprı.İ <9B8.

T5-ONU CM, NEJAT A.H, A O' n » r o İ
İur po ^ ^ Mu İ İ vt . • n » ' n o İ D Ct, o o d
fi ov. İ F. E F Tr * ns. PAS. Vol. İ O O.
No. İ. p p. 3 t r < > . İ 7 4 j M İ y t S B İ .



UÖÜR ARİROĞLU:
«"5255onotMidok
doâumİMdur.İŞfİ»
d? İTÜ EUklırık
İ'iküll«çi Usuns
İpil? d? İ = & yuk
«<>k İisan? prog
ramınr *.cino.Mİod'.

Halsn aynv ünı.v*rsıİ<>d< dok
İoİo*Qzç:o.İİ«mo.?ı.n'.9İİrdMr
mekd«oİo.nıyaz.ar.op*İm'.~İİ^
vonvr*9'İv»LÜkİronıİİtV»»>İ-
İ.İır'.İdo ataşlırnoİİai yapmak
İod», r. Yalor Sokaryı >İnıvorçı-
İ.<*3ı Mühendislik Fak'İİİ»sı
Elçklıİ\k Bol'İmUrıdı an? (İrmı
gör*vİİo\oİa'ıçkçolişmeİktı*
d, r.



NESRİN TARKAN.
İPro(.Dt.)
İTİİ EUklırık-
EUklıronı.k Fİkİ.
EUklırık M'İh.Böl.
Öğretim My>«?İdİr.
EUklırık çİJ-7 sİİ? -
İ.İml,erİnİ.r.İİnoİİ-

2ı.plcıncımos'.v«optİm'İçoy~
r\İkonuİorıİdaççİİİmİcİktod'.İ.
S0'VJCI/İMİUİ' •• dokİora v«. İca
mİa'?«İt?~zııyon*İtİ>İ7'İİr.Ay*~
konuİard'İ3Ocİİvor'İn'İ'İvİv'İİ
••ov'İİ?İİİ'İİİİİrdİr.

Bahadır UÇAN

Türkiye Elektrik Kurumu
İletişim Kontrol ve Otomasyon Dairesi Başkanlığı
Bahçelievler-ANKARA

ÖZET

Ulusal Enterkonnekte Elektrik Şebekesinin işletilmesinde hayati öneme sahip olan Türkiye Elektrik Kurumu Ulusal Yük Dağıtım (UYD) Sistemi bütün bölgelerde servise girmiş durumdadır. Bu yazıda, ilk aşamada Yük Frekans Kontrolü (YFK) dışında uzaktan kumanda olanakları olmayan bir SCADA/EMS sistemi (Gözetimsel Denetim ve Veri Toplama/Enerji Yönetim Sistemi) olan Ulusal Yük Dağıtım Sistemi'nin yapısı, işlevleri, yazılımları, uygulama programları ve bu arada şebeke modelinde yapılan iyileştirmeler konu edilmiştir.

1. GİRİS

Günden güne büyüyen ve bir arada çalışan çok sayı ve çeşitte elemandan oluşan Ulusal Enterkonnekte Elektrik Şebekesinin işletilmesinde salt insan çabası yetersiz kalmaktadır. Ulusal Enterkonnekte Elektrik Şebekesinin daha etkin bir şekilde işletilmesi ve böylece daha güvenilir ve kaliteli elektrik enerjisinin en ekonomik şekilde sağlanmasına yardımcı olmak üzere kurulan Ulusal Yük Dağıtım Sistemiyle 380 kV trafo merkezleri ve santraller ile 154 kV şebekeye bağlı önemli santrallerin izlenmesi ve kontrolü amaçlanmıştır.

Gölbaşı'ndaki Ulusal Kontrol Merkezi'ne bağlı 5 Bölgesel Kontrol Merkezi Adapazarı, Çarşamba, Gölbaşı, İzmir ve Keban'da bulunmaktadır. SCADA sistemiyle halen 27'si santral, 18'i trafo merkezi olmak üzere toplam 45 merkezden bilgi toplanmaktadır.

SCADA sistemi vasıtasıyla Ulusal Enterkonnekte Elektrik Şebekesinin önemli noktalarının izlenmesinin yanı sıra Ulusal Kontrol Merkezinde bulunan Enerji Yönetimi Sistemi (EMS) ile otomatik olarak yapılan yük frekans kontrolünden başka şebeke operatörlerinin hızlı ve doğru karar verebilmek için ihtiyaç duydukları hesaplama ve analizler yapılır. Enerji Yönetim Sistemi (EMS) şu uygulama programlarından oluşmaktadır: Gerçek Zaman Üretim Uygulaması (RTGEN), Gerçek Zaman Şebeke Uygulaması (RTNET), Kısıtlılık Analizi ve Yük A-

kışı Uygulamaları. Bu uygulama programları, SCADA vasıtasıyla toplanan bilgileri şebeke analizleri ve kontrolü için kullanmaktadır.

2. UYD SİSTEMİNİN YAPISI

Ulusal Yük Dağıtım Sistemi hiyerarşik bir yapıya sahiptir. Bu hiyerarşinin tepesinde Gölbaşı'nda bulunan Ulusal Kontrol Merkezi (UKM) yer almaktadır. Ulusal Kontrol Merkezine bağlı 5 Bölgesel Kontrol Merkezi (BKM) Adapazarı, Çarşamba, Gölbaşı, İzmir ve Keban'da kurulmuştur. Bu bölgesel kontrol merkezlerine toplam olarak 45 Uzak Terminal Birimi (UTB) bağlıdır. Ulusal Yük Dağıtım Sisteminin projelendirilmesinden sonra devreye alınmış bulunan 30 istasyonun bu sisteme dahil edilmeBİ planlanmıştır. Ayrıca alt yük dağıtım merkezlerinin kurulması gündemdedir.

Ulusal Enterkonnekte Elektrik Şebekesinin sürekli olarak en iyi şekilde çalışmasını sağlamak için hayati önemi olan UYD sistemi teçizatı mümkün olduğu kadar yedeklenmiştir.

Ulusal Yük Dağıtım Sistemi özel bir telefon sistemi ve özel bir teleks sistemini de kapsamaktadır.

3. İLETİŞİM SİSTEMİ

Ulusal Yük Dağıtım Sistemi kapsamındaki bütün veri ve ses iletişimi kuranportörler vasıtasıyla enerji nakil hatları üzerinden yapılmaktadır. Gelecekte radyolink ve fiber optik linklerin kullanılması da düşünülmektedir. Halen kullanılmakta olan kuranportör kanallarının hızı UKM ve BKM'ler arasında 2400 Baud, BKM'lerle UTB'ler arasında ise 200 Baud olup bütün linkler yedeklidir. PAX kanalları için ise alternatif yollar mevcuttur.

UKM ile BKM'ler arasında Westinghouse Integrated System Protocol (WISP) ve UTB'lerle BKM'ler arasında ise Westinghouse Systems Micro Telemetry (4F4) iletişim protokolları kullanılmaktadır. Veri iletişimde kullanılan bu özel protokollar güvenli bir iletişimin sağlanması için hata kontrol kodlarına sahiptir.

4. BİLGİSAYAR SİSTEMLERİ DONANIMI

Ulusal Kontrol Merkezi çift VAX-11/785, Bölgesel Kontrol Merkezleri ise çift VAX-11/730 bilgisayar sistemleri ve çevre birimleriyle donatılmıştır. Birbirinin yedeği olarak çalışan bu bilgisayarlardan çevrim-içi (on-line) olanının arızalanması durumunda çevrim-dışı (off-line) bilgisayar otomatik olarak onun görevini üstlenmektedir. Çevrim-içi bilgisayarın işlediği bilgiler, bilgisayarlar arası link üzerinden sıcak yedek olarak bekleyen çevrim-dışı bilgisayara da aktarılmaktadır.

Kontrol Merkezlerindeki bilgisayar sistemlerinin çevre birimleri arasında yazıcılar, yarı-grafik ekranlar, disk üniteleri, teyp üniteleri, kaydediciler bulunmaktadır. Ayrıca, UKM ve Gölbaşı BKM'de aktif, diğer BKM'lerde ise pasif snoptik panolar vardır. UKM'de uluslararası bir radyo vericisinden zaman sinyalleri alan bir saat sistemi de bulunmaktadır.

5. UYD SİSTEMİNİN YAZILIMLARI

Bilgisayar İşletim Sistemi:

UluBal ve bölgesel kontrol merkezlerindeki VAX-11/785 ve VAX-11/730 bilgisayarlar gerçek-zaman uygulamaları için iyi bir ortam olan VAX/VMS işletim sistemi altında çalışmaktadır.

Veritabanı Yönetim Sistemi (HABİTAT):

Ulusal Yük Dağıtım Sisteminde kullanılan veritabanı yönetim sistemi ESCA firmasının ürünü olan HABİTAT veritabanıdır. VAX/VMS işletim sistemi üzerinde çalışan bu veritabanı sistemi, veritabanlarının yönetimi, görüntülerin yaratılması, insan-makina ilişkisinin sağlanması ve uygulama programlarının yaratılmasını sağlayan alt sistemlerden oluşmuştur.

Uygulama Programları:

SCADA ve EMS uygulamalarına ilave olarak mevcut başlıca uygulamalar şunlardır:

Alarm: Alarm durumlarını işler ve bunları türlerine göre çeşitli gruplar halinde ekranlarda operatörlere sunar. Aynı zamanda yazıcı tarafından kaydedilen alarm durumları için sesli uyarı olanağı da vardır.

Backup: Bilgilerin çevrim-içi bilgisayardan çevrim-dışı bilgisayara aktarılmasına olanak sağlar.

Failöver: Bilgisayar sistemi donanımının çalışma durumunu sürekli olarak izleyen bu uygulama, bir bilgisayar veya cihazın arızalanması durumunda da sistemin fonksiyonlarını yerine getirmesini sağlar.

Mimic: Güç sisteminin bağlantı ve enerjilenme durumunu gösteren snoptik

panoya ait veritabanını güncelleştirir.

Reports: On dakikalık, saatlik ve günlük üretim raporları ile on dakikalık ortalama değerleri hesap eder. Bunlar yedi gün süreyle saklanır.

Procman: Çevrim-içi uygulama programları bu uygulamanın kontrolü altında çalışırlar.

6. SCADA SİSTEMİ

SCADA, kontrol merkezlerindeki operatörler ve diğer uygulama programları tarafından ihtiyaç duyulan verileri Uzak Terminal Birimleri (UTB) aracılığıyla toplayan ve bunların gönderdiği komutları istasyonlara ileten uygulamadır. SCADA, Ulusal Yük Dağıtım Sisteminin en temel fonksiyonudur.

SCADA sistemi ile toplam olarak 45 istasyondan yaklaşık 800 ölçüm ve 3200 civarında durum ve alarm bilgisi toplanmaktadır.

Toplanan Ölçü» bilgileri;

- 380 kV hatlardaki aktif ve reaktif güç akışları
- 380 kV bara gerilimleri
- 380/154 kV ototrafoların 154 kV taraflarındaki aktif ve reaktif güç akışları ile gerilimleri
- 154 kV santralların bara gerilimleri
- Generatör ünitelerinin brüt aktif ve reaktif güç değerleri ve buna ilaveten kömür santrallarında generatör ünitelerinin net aktif ve reaktif güç değerleri
- Diğer ülkelerle/şirketlerle olan bağlantı hatlarındaki aktif ve reaktif güç akışları ve aktif enerji alışveriş değerleri
- Seri kapasitör akımları
- Bazı baralardan frekans ölçümleri
- 380/154 kV ototrafoların YKD pozisyon bilgileri
- AGC için hassas frekans ölçümü
- YFK'na katılan santralların alt ve üst sınır bilgileri

Toplanan duru» ve alarm bilgileri;

- Topoloji tanımlayan kesici/ayırıcı /toprak ayırıcısı durum bilgileri
- 380 kV ve 154 kV Daraların gerilim ve sigorta durum bilgileri
- Hat kesicisi tekrar kapama bilgileri
- Generatör senkron kompensatör bilgileri
- YFK'ya katılan santral ünitelerinin on/off, auto/man, ve YFK arabiriminin çalışma modu ve alarm bilgileri
- UYD sisteminde bulunan iletişim cihazları ve diğer teçhizat alarmları

UTB'lere gönderilen komutlar:

- Otomatik üretim Kontrolü (AGC)

programının her 4 saniyede bir çalışarak Yük Frekans Kontroluna katılan Bantrallar için hesap ettiği aktif güç ayar noktası değerleri

- Yük Frekans Kontroluna dahil olmayan hidrolik santrallara operatör tarafından gönderilen santral toplam üretim talep değerleri

Durum bilgileri ve alarmların yanı sıra bunların oluş zamanlarını gösteren zaman etiketi bilgileri de toplanır. Bu bilgiler ekranlarda sıralı olaylar listesinde görüntülenir.

Genel olarak 10 saniyede bir sorgulanan analog ölçümler tam skalalarının binde 2'si kadar değişmedikçe UTB'ler tarafından gönderilmemektedir. 2 saniyede bir sorgulanan Yük Frekans Kontroluna katılan santral üniteleri ve diğer elektrik şebeke-siyle olan bağlantı hatlarının MW değerleri bu kuralın dışındadır. Ulusal Kontrol Merkezinde hassas frekans ölçümü 1 saniye aralıklarla yapılmaktadır.

SCADA veritabanı (SCADAMOM) U bölümden oluşmaktadır. Bu bölümlerde:

- hiyerarşik bir yapı içinde bilgi toplanan İstasyonlar ve ölçümler
- telemetre sisteminin yapısı, giriş/çıkış bilgilerinin UTB'lere bağlantı yapısı,
- BKM'lerle UTB'ler arasındaki iletişim sisteminin yapısı,
- UKM ile BKM'ler arasındaki iletişim sisteminin yapısı ve mesajlar tanımlanır.

SCADA veritabanınının yaratılması ve değiştirilmesi özel bir uygulama (SCADAMD) kullanılarak yapılmaktadır.

Bu veritabanında ayrıca kontrol tabloları ve parametre tabloları da tanımlanır. Parametre tabloları, tarama hızı kategorileri, değişim oranı katsayıları ve kazanç katsayıları gibi parametreleri içerir. Şebeke analiz uygulamaları tarafından kullanılan ölçümlerin şebeke modelindeki yerlerini gösteren düğüm noktaları da bu veritabanında yer alır. Ölçümlerle ilgili en önemli parametreler tarama hızlarını belirleyen parametreler ile UTB'lerin ölçümleri göndermeleri için gerekli en düşük değişim oranlarını tanımlayan katsayılarıdır. Farklı kazanç katsayıları kullanılarak değişik büyüklükteki transdüser çıkışlarının UTB girişlerine bağlanması mümkün olmaktadır. Her ölçüm için farklı parametreler kullanma olanağı vardır. SCADA veritabanından elde edilen iletişim denetleyici sorgulama tablo-

lan,- bilgisayar sisteminin yeniden başlaması, bilgisayar değişikliği veya link değişikliği durumunda iletişim denetleyicilere yüklenir. Benzer şekilde giriş/çıkış sorgulama tabloları da UTB'lere bilgisayar sisteminin yeniden başlaması, bilgisayar değişikliği veya UTB'lerin devreye girmesinden sonra yüklenir. SCADA sistemiyle analog ölçümler periyodik olarak, durum bilgileri ise bir değişiklik olması halinde kontrol merkezine gönderilir.

Uzak Terminal Birimleri çeşitli alt sistemlerden oluşmaktadır. Giriş/çıkış alt Bistemleri modüler bir yapıdadır. Yani, giriş/çıkış modüllerinin sayısı istasyonlardan toplanan bilgi ve gönderilen komutların Bayısına bağlıdır.

UTB'ler giriş/çıkış modüllerini periyodik olarak tarar, elde edilen verileri işler ve kontrol merkeziyle haberleşir; bu verileri kontrol merkezine gönderir ve kontrol merkezinden gelen komutları çıkış modüllerine gönderir.

İstasyonlardan toplanan verilerden BKM'lerde kullanılacak olanlar burada işlenerek operatörlerin kullanımına sunulur. Toplanan bu bilgilerden hangilerinin UKM'ye gönderileceği ise SCADA veri tabanındaki UKM-BKM mesaj yapılarıncı belirlenir.

Su andaki uygulama Bölgesel Kontrol Merkezlerine gelen bütün bilgilerin Ulusal Kontrol Merkezine de gönderilmesi şeklindedir. Ancak gerek UKM-BKM linklerinin yükünü ve gerekse UKM'deki bilgisayarların yükünü azaltmak için Ulusal Elektrik Şebekesinin işletilmesi alanında UKM ve BKM'ler arasında oluşacak iş bölümüne göre toplanan bilgilerin bir kısmının sadece BKM'lere gelmesi yoluna gidilebilir.

Ulusal Kontrol Merkezine gelen ölçümlerden Yük Frekans Kontrol için gerekli olanlarla, bazı hassas hesaplamalarda kullanılanların dışındaki ölçümler son olarak işlenmiş değerlerine göre belli oranda değişmedikçe UKM'de yeniden istenmemektedir. Böylece pek çok programın çalıştığı UKM bilgisayarlarının yükü belli bir ölçüde azaltılmış olmaktadır.

SCADA aşağıdakileri belli aralıklarla yapar:

- İstasyonlardaki UTB'lerden tarama kategorilerine göre ölçüm bilgilerini toplar ve AGC'nin isteği olan kontrol değerlerini gönderir.

- Kontrol merkezleri arasında bilgi aktarır.
- UTB'lerle ile BKM ve BKM'lerle UKM arasındaki linkleri izler, linklerin çalışma performanslarını gösteren istatistikler tutar ve bu linkleri kontrol eder.
- Saat sisteminden gelen zaman sinyallerini tarar ve her 14 dakikada bir UKM'den BKM'lere, BKM'lerden de UTB'ne senkronizasyon mesajları göndererek, sistemin aynı zaman bazında çalışmasını sağlar.
- Her 30 dakikada bir UTB'leri tarayarak bütün bilgileri güncelleştirir.
- Enerji alışveriş değerlerini 10 dakikada bir toplar.
- Hatalı analog ölçümlerin yerine konulacak durum kestirici tarafından hesaplanmış değerleri RTNET'den alır.

UTB'ler tarafından kontrol merkezine gönderilen ham durum ve ölçüm verileri işlendikten sonra ekranlarda istasyon ve bölge şemaları üzerinde görüntülenir. Alarm durumları işlendikten sonra çeşitli alarm listelerinde görüntülenir ve yazıcılar tarafından kaydedilir. SCADA sistemiyle toplanan bu bilgiler, şebekenin izlenmesi için operatörlere sunulurken aynı zamanda Ulusal Kontrol Merkezinde bulunan Enerji Yönetimi Sistemi (EMS) proramları tarafından da kullanılır. UKM ve Gölbaşı BKM'deki snoptik panolar SCADA'dan gelen bilgilerle sürekli güncelleştirilir.

SCADA sisteminden gelen ölçüm değerlerinden UluBal Enterkonnekte Şebekesindeki üretimlere ilişkin 10 dakikalık, saatlik ve günlük raporlar hazırlanmakta ve bu raporların hazırlanmasına temel teşkil eden 10 dakikalık ortalama değerler ye günlük enerji üretim raporları 7 gün süreyle saklanmaktadır.

Arıza Sonrası Analizi (PDR):

Sadece Ulusal Kontrol Merkezinde bulunan bu imkan ile bir arızanın sonradan analizi için SCADA'dan son 15 dakikada gelen bütün bilgiler döner bir kütükte saklanmakta, Ulusal Enterkonnekte Elektrik Şebekesinde meydana gelen bir arızanın ardından operatör tarafından bir tuşa basılmak suretiyle, bu bilgiler daha sonra arızanın analizinde kullanılmak üzere kalıcı olarak saklanmaktadır. Bu bilgiler, daha sonra ayarlanabilir bir hızla tekrar ekrana getirilerek arızanın gelişiminin analizi yapılabilmektedir.

7. GERÇEK-ZAMAN »RETİM UYGULAMASI

Gerçek Zaman Üretim uygulaması
ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ 5. ULUSAL KONGRESİ

(RTGEN) aşağıdaki fonksiyonlardan oluşur:

- Otomatik üretim kontrolü (AGC)
- Alışveriş programlayıcı
- Ünite programlayıcı
- Rezerv izleyici

Otomatik üretim Kontrolü;

Otomatik Üretim Kontrolü (AGC)
RTGEN'in başlıca fonksiyonudur.

Güç Bisteminin durumu sürekli olarak değişmektedir. Bağlantı hatlarındaki akışlar, generatör ünitelerinin çıkışları ve sistem frekansı saniyeler mertebesinde sürekli olarak aşağı yukarı değişmektedir. AGC bu kısa-süreli değişimleri düzeltmez. Bu kısa-süreli değişimler generatör ünitelerinin hız regülatörleri tarafından kontrol edilir. AGC durgun durum yani uzun-dönemli değişimler için sekonder kontrol sağlar. Yük frekanB kontroluna katılan hidrolik santraller Altinkaya, Hasan Uğurlu, Keban ve Sarıyar'dır. Karakaya ve Atatürk santralleri da ileride yük frekanB kontroluna katılacaklardır.

AGC, güç sisteminden gelen verileri SCADA'dan her iki saniyede bir alır. AGC, periyodik olarak 4 saniyede bir çalışarak hesapladığı ayar noktası değerlerini yük frekans kontroluna katılan santrallarda bulunan ve bu ayar noktası değerini generatör ünitelerine dağıtan santral denetleyicilerine (Plant Controller, PLC) gönderir. Santrallara gönderilen bu ayar noktası değerleri baz yük ve regülasyon kısımlarından oluşur.

Santrallara gönderilen ayar noktası değerlerinin belirlenmesi için ilk önce Alan Kontrol Hatası (Area Control Error, ACE) hesaplanır.

AGC, programlanan alışveriş, gerçekleşen alışveriş, alan frekansı, referanB frekansı ve frekans bias değerini kullanarak Alan Kontrol Hatasını (ACE) hesap eder. AGC'nin üç çalışma şekli vardır:

- Sabit Net Alışveriş modu: ACE hesabında sadece alışveriş değerleri kullanılır.
- Sabit Frekans modu: ACE hesabında sadece alan frekansı kullanılır.
- Bağlantı-hattı Bias Kontrol modu: ACE hesabında hem frekans hem de alışveriş değerleri kullanılır.

Hesaplanan ham ACE değeri ve integral ACE değerinin fonksiyonu olarak tanımlanmış bulunan ACE ölübandı (deadband), normal, yardım ve acil AGC kontrol bölgeleri ham ACE ve integral ACE değerlerinin kazanç katsayılarını belirler. Ham ACE ve

integral ACE elemanlarının toplamından oluşan Alan Kontrol Hatası çeşitli filtreleme ve işlemlerden geçtikten sonra operatörler tarafından belirlenen katılma katsayıları, regülasyon ve çalışma modlarına göre santral denetleyicilere regülasyon gereksinim payı olarak tahsis edilir. Bundan sonra santral ünitelerinin yük alma/atma hızları, santral denetleyicilerinin alt ve üst limitleri ile karşılaştırılan regülasyon değeri bir önceki regülasyon değeri ile aynı yönde ise hemen, ters yönde ise belirli bir gecikmeden sonra santral baz MW değerine eklenerek ayar noktası değeri (set point value) olarak SCADA sistemi üzerinden santraldaki denetleyiciye gönderilir. Bu beklemenin amacı santralların sürekli olarak yük alıp atmadan dolayı çabuk yıpranmalarını önlemektir. Santrallara gönderilen bu ayar noktası değeri, bu değerden manual modda çalışan ünitelerin o andaki üretimleri çıkarıldıktan sonra santral denetleyici tarafından otomatik modda, yani santral denetleyicinin otomatik kontrolü altında çalışan ünitelere dağıtılır.

Yani, ACE değeri, AGC'nin kontrolü altındaki PLC'lere, katılım katsayılarına göre dağıtılır. Bu katsayılar işletmeciler tarafından ekrandan girilerek değiştirilebilir. Bu dağıtılan değerler PLC'den istenen üretim değerinin regülasyon kısmıdır. PLC'den istenen üretim değeri PLC baz değeri ile alan regülasyon gereksinimi payının toplamıdır. PLC'den istenen üretim değeri PLC'nin regülasyon moduna bağlı olarak regülasyon kısmı içerebilir veya içermeyebilir.

Santralların baz MW değerleri, baz değeri izleme modülü tarafından belirlenir. Baz değeri belirlemek için 3 seçenek vardır:

1. PLC baz değer modunda çalışıyorsa, MW baz değeri olarak programlanan değer kullanılır.
2. PLC ortalama modunda çalışıyorsa, MU baz değeri olarak ekonomik üst ve alt limitlerin ortalaması kullanılır.
3. PLC kontrol ekonomik yüklemeye modunda çalışıyorsa, MU baz değeri ekonomik yüklemeye programından alınır.

Alışveriş programlayıcısı komşu kuruluşlarla enerji alışveriş programlarının yapılması için kullanılır.

ünite programlayıcısı üniteler için kiBitlama, yakıt karışımı ve baz değer programlarının yapılması için kullanılır.

Rezerv izleme fonksiyonu, her işletme alanı için döner, işletme ve regülasyon rezervlerini hesaplar ve izler. Bu hesap otomatik olarak AGC tarafından bir kaç dakikada bir yapılır. Eğer rezervler belli seviyelerin altına düşerse alarm verilir.

Gerçek-zaman Şebeke Uygulaması (RTNET), RTGEN içinde oluşturulan alışveriş programlarını şebeke kısıtı olarak kullanır. RTNET kendi işletme alanı dışındaki ünitelerin muhtemel MW çalışma seviyelerini RTGEN'den alır. RTNET, RTGEN'in bir parçası olan Ekonomik Yükleme programına en son ceza faktörlerini Bağlar.

Üretim Modeli

İşletme alanı, santral denetleyicileri, generatör üniteleri, yakıt tipleri, komşu ülkelerle/şirketlerle bağlantı-hatları tanımları ile her işletme alanı için Otomatik Üretim Kontrolü, Alan Kontrol Hatası(ACE), Ekonomik Yükleme, Santral Denetleyicileri, Alış-veriş Programları ve Generatör üniteleri ile ilgili bütün parametre ve limit değerleri üretim veritabanında (GENMOM) yer alır. üretim modelinin oluşturulması ve değiştirilmesi özel bir uygulama (GENMODEL) kullanılarak yapılır.

8. GERÇEK-ZAMAN ŞEBEKE UYGULAMASI

Gerçek-Zaman Şebeke uygulaması (RTNET) gerçek-zaman şebeke analiz seribinin bir parçasıdır. PROCAN uygulamasının otomatik kontrolü altında periyodik olarak 2 dakikada bir veya bir olaya (şebeke topolojisi değişikliği) bağlı olarak çalışır. RTNET operatörler tarafından da çalıştırılabilir. RTNET'in başlıca amacı şebekenin bağlantı ve işletme durumunun gerçek-zamanda tam bir kaydını tutmaktır. RTNET bu bilgileri siBtem işletme operatörlerine sağlar, ayrıca bu bilgiler diğer şebeke analiz uygulamaları tarafından kullanılır.

SCADA'dan gelen ölçümler hata içerirler. Bu ölçümlerin başlıca hata nedenleri şunlardır:

1. Transdüser, akım ve gerilim trafosu gibi ölçü teçhizatı ile analog-sayısal çeviricilerden kaynaklanan hatalar, vb.
2. Fazlardan farklı güçlerin geçmesi (faz dengesizliği)
3. Telemetre sisteminde meydana gelen arızalar veya geçici durumlardan kaynaklanan hatalar

Ayrıca ölçümlerin yapılış zamanları arasında da farklar bulunur.

Gerçek-Zaman Şebeke Uygulaması şu fonksiyonlardan oluşmaktadır:

- Bağlantı işlemcisi
- Gözlenebilirlik analizi
- Bara yük tahmini
- Durum kestirimi
- Hata sezme ve belirleme
- Durum izleyicisi
- Ceza faktörleri hesaplama

RTNET uygulaması ŞCADA'dan gelen gerçek-zaman verileri, şebeke modelleri ve opertörün elle girdiği verileri kullanarak;

- Modellenen şebeke elemanlarının bağlantı ve enerjilenme durumunun kaydını tutar.
- Bütün şebeke analiz fonksiyonları ve tek-hat şemaları tarafından kullanılan şebeke bara yapısını oluşturur.
- Şebeke elemanlarının gerilim ve MW, MVAR ve MVA limitlerini izler ve operatörlere bildirir.
- Ölçüm ve model hatalarını belirler. Bu hataların ortalama bias ve standart sapmalarını hesaplar.
- Yeterli ölçüm fazlalığı varsa, gerçek-zaman şebekesinin mümkün olduğu kadar hatalardan arındırılmış durumunu belirler.
- Zamana bağlı sistem yükü ve dağılım modelleri ile ayırıcı/kesici durumu modellerini sağlar.

Bağlantı işlemcisi, şebeke modelinde tanımlanan düğümleri ayırıcı/kesici konumlarına göre birleştirerek şebeke bara yapısını oluşturur. Şebekede herhangi bir ayırıcı/kesici konum değişikliği olduğu zaman otomatik olarak çalışarak şebeke bara yapısını yeniler.

Gözlenebilirlik analizi, mevcut ölçümleri ve modellenmiş değerleri kullanarak şebekenin durum kestirimi tarafından çözülebilecek, yani gözlenebilir kısmını belirler.

Bara yük tahmini programı, toplam alan yükünü yük dağılım modeline göre baralara dağıtır.

Durum kestirimi, ŞCADA'dan gelen ölçümler, bağlantı işlemcisi tarafından oluşturulan şebeke bara yapısı, modellenmiş veriler ve elle girilen değerleri kullanarak gözlenebilir şebekenin duruma değişkenlerini (bara gerilimleri ve açıları) ve bunlardan diğer değişkenleri (hat akışları, vb) hesap eder. Durum kestirimi seçilen trafo kademe pozisyonlarını da hesap eder.

Ağırlıklı en küçük kareler (WLS) yaklaşımıyla oluşturulan ve çoğu ölçüm ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ 5. ULUSAL KONGRESİ

denklemlerinden oluşan doğrusal olmayan denklemler Neuton-Raphson iterasyon yöntemiyle çözülür. Bir diğer denklem tipi, baralar giren aktif ve reaktif güç toplamının sıfır olduğu gerçeğine dayanan ve bara denklemleri olarak adlandırılan denklemlerdir. Bu denklemlerin de diğer ölçümler gibi belirsizlik içerdiği kabul edilmiştir. Bara denklemlerinin özel bir hali sıfır enjeksiyon bara denklemleridir.

Durum kestiriminde yer alan değişkenler ise güç sistemi durum değişkenleri, ölçüm değişkenleri ve denklemler ağırlıklarıdır.

Durum kestiriminin önemli bir fonksiyonu da ölçüm hatalarının sezilmesi ve hatalı ölçümlerin belirlenmesidir. Şüpheli ölçümlerin çözüm içindeki ağırlıkları azaltılır, tamamen hatalı olduğu belirlenen ölçümlerin ağırlıkları İBe Bifıra indirilir, yani bunlar ölçüm dışı bırakılır.

Durum kestirimi işleminin temel amaçları:

- Şebeke durumunu (tüm haraların gerilim genlikleri ve açılarını) hesaplamak
- Bulunan bu şebeke durumundan yararlanarak, şebekenin diğer bilinmeyenlerini hesap etmek
- Giriş bilgilerindeki, yani ŞCADA'dan gelen ölçüm bilgileri ve şebeke modelindeki hataları saptamak
- Şüpheli ölçümlerin çözümdeki ağırlıklarını azaltarak, tamamen hatalı ölçümlerin ağırlıklarını sıfıra indirerek yani bu ölçümleri çözüm dışı bırakarak mümkün olduğu kadar hatalardan arındırılmış bir çözüm bulmak.

Durum izleme modülü şebeke elemanlarının çalışma limitlerini izler ve limit aşmaları için operatörlere alarm gönderir.

RTNET, ekonomik yükleme programı tarafından kullanılan ceza faktörlerini en son şebeke çözümü üzerinde hesap eden bir şebeke kayıp faktörleri fonksiyonuna sahiptir. Yüklerin sabit kaldığı varsayılarak devredeki bütün generatör ünitelerinin üretimleri ve alışveriş değerlerindeki değişikliklere göre şebeke kayıplarında meydana gelen değişme oranları ve ceza faktörleri her 10 dakikada bir hesap edilir.

Gerçek zaman ortamında çalışan RNET parametre ayarlaması, vb. amaçlarla inceleme modunda da çalıştırılabilir.

RTNET'in sonuçları çeşitli şema, tab-

lo ve diğer görüntülerle kullanıcı-lara sunulur.

9. KISITLILIK ANALİZİ

Kısıtlılık Analizi fonksiyonunun amacı kullanıcı tarafından belirlenmiş kısıtlılık durumlarının etkilerini belirlemek ve hatların/trafoların aşırı yüklenmelerine, gerilim anormalliklerine ve generatör reaktif limit aşmalarına sebep olan kısıtlılıkları operatörlere bildirmektir. Böylece, operatörlerin gerekli önlemleri önceden almalarına olanak verilmiş olur.

Kısıtlılık Analizi, güç sisteminin, her bir kısıtlılık durumu için tanımlanan sınırları aşmadan, generatör ve yükleri kaybetmeden veya sistem bölünmelerine yol açmadan karşılayabilme yeteneğini inceler. Gerçek-zaman Kısıtlılık Analizi (RTCA) uygulaması tanımlanan kısıtlılıkların etkilerini gerçek zaman şebekede inceler. Etüd Kısıtlılık Analizi (STCA) kısıtlılıkları varsayılan bir şebeke durumu üzerinde inceler.

Kısıtlılık Analizi uygulaması hızlı ayrıştırılmış Newton-Raphson çözüm yöntemini kullanır.

Kısıtlılıkların tanımlanması ve bunların doğrulanması da Kısıtlılık Analizi uygulaması kullanılarak yapılır.

Kısıtlılık Analizi, şebeke veritabanındaki ortak veri yapısı ve şebeke uygulamaları tarafından kullanılan diğer programları da kullanır. Gerçek-Zaman ortamında RTNET'den şebenin durumu Kısıtlılık Analizine aktarılır. Kısıtlılık Analizi, kısıtlılık tanımları ve analiz sonuçlarını kendine ait bir veritabanında (CTGS) saklar. Gerçek-Zaman Kısıtlılık Analizi PROCAN tarafından 15 RTNET çalışmasından sonra çalıştırılır. Kısıtlılık Analizi operatörler tarafından da çalıştırılabilir.

Su anda yaklaşık 60 kısıtlılık tanımlanmış bulunmaktadır. Bu kısıtlılık tanımlarının herbiri bir veya birden fazla şebeke elemanının devre dışı olması durumunu içermektedir.

Kısıtlılık Analizinin bazı özellikleri:

- Kesin olarak tehlikesiz olduğu belirlenebilen kısıtlılık durumlarının analiz edilmeden geçilmesi için çok hızlı bir perdeleme yöntemi kullanılır.
- Kısıtlılık Analizi, kısıtlılık

1188

tanımlarındaki bir kesici durum değişikliğinin şebekenin bağlantı şekline etkisini incelemek için bağlantı işlemcisini kullanır.

- Tanımlanan kısıtlılıklar gruplandırılabilir ve bu gruplar aktif veya pasif hale getirilebilir.
- Tanımlanan kısıtlılıkların her biri ait oldukları grupların durumuna bakılmaksızın tek tek aktif veya pasif hale getirilebilir.
- Kısıtlılık Analizi temel çözümünde aşırı yüklenen hatlar için otomatik olarak kısıtlılık tanımı yapma ve bunları çözme seçeneği vardır.
- Kısıtlılıkların ayrıştırılmış tam yük akışı ile çözülmesi istenebilir. Bu durumda perdeleme yapılmaz.
- üretim veya yük kaybı durumunda gücün tekrar dağıtılması için üretime katılma katsayıları kullanılır.
- AC yük akışı çözümü ayrıştırılmış Neuton-Raphson yöntemiyle yapılır.
- İncelenen kısıtlılıkların bütün etkileri, kullanışlı ve bilgi verici çeşitli şekillerde sıralanmış olarak özetlenir ve görüntülenir.
- Yük kaybı, üretim kaybı veya sistemde bölünmelere sebep olan kısıtlılıklar bildirilir.
- Etüd ortamında, kısıtlılık analizi bir kısıtlılık çözümünden sonra buna ait yük akışı çözümünün tamamını incelemek için kısıtlılık analizi durdurulabilir veya böyle bir çözümün otomatik olarak saklanması istenebilir. Kullanıcı diğer kısıtlılıkları analiz etmek için Kısıtlılık Analizini tekrar çalıştırabilir.

10. YOK AKISI UYGULAMASI

Yük akışı enerji sisteminin durgun-durum işletme koşullarının etüdü için temel araçtır. Yük ve üretim değerleri verilerek, operatörlere bara gerilim genlik ve açıları, iletim hatları ve trafoların güç akışları ve trafo kademe pozisyonlarını sağlar.

Yük akışı hem gerçek-zaman hem de etüd ortamlarında kullanılabilir. Durum kestirimi uygulamasının sonucu yük akışına aktarılarak, bunun üzerinde çevrim-içi incelemeler yapılabilir. Operatörler sistem topolojisi, üretim veya yüklerinde değişiklikler yaparak, bunların etkilerini inceleyebilirler.

Yük akışı programı Newton-Raphson çözüm yöntemini kullanmaktadır. Gelecekte olarak kullanılan generatör salınım barasına ilaveten, yük akışı programı, dağıtılmış üretim salınımı veya dağıtılmış yük salınımı seçeneklerine de sahiptir.

ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ 5. ULUSAL KONGRESİ

Bağlantı işlemcisi, bağlantı değişikliklerinin ardından çalıştırılarak çözümden önce şebeke yeniden oluşturulur. Saralara yük dağıtımı, Bara Yük Tahmin Programı ile yapılır.

Çözüm işlemi sırasında, kullanıcı, yük akışı değişkenlerini veya belirlenen değerlerde tutulacak değişkenleri belirleyebilir. Aşağıdaki seçenekler mevcuttur:

- Trafo kademesi: Sabit tutulur veya bara gerilim regülasyonu için ayarlanır.
- Generatör MVAR çıkışı: Sabit tutulur veya sınırlar içinde bara gerilimlerini regüle etmek için ayarlanır.
- Generatör MW çıkışı: Sabit tutulur veya alan alışverişini kontrol etmek için sınırlar içinde ayarlanır veya ada salınımına katılır.
- Yük seviyesi: Sabit tutulur veya bara yükleri tanımlanmış katılım oranlarına göre bütün generatör ünitelerinin programlanan üretimlerine uyması için ayarlanır.
- Alan üretimi: Sabit tutulur veya alan alışverişini düzenlemek için her ünitenin katılım oranlarına göre ayarlanır.

Yük akışı aşağıdaki işlevleri yerine getirir:

- Bağlantı işleme
- Kısıtların tanımlanması
- Çözüm
- Durum hesaplaması
- Kayıp duyarlılık hesaplamaları

Bağlantı işlemcisinin işlevi diğer şebeke uygulamalarında olduğu gibi yük akışı uygulamasında da "düğüm" modelinden şebeke yapısının "bara" modelini oluşturmaktır. Bara modelinin yaratılmasından sonra, şebekedeki elektriksel adalar belirlenir. İşlemci ayrıca her ada için eğer varsa bir referans ünite seçer.

Temsil edilecek belli bir zamana ait yük akışı giriş bilgileri, ünite MW, yük tahmini ve gerilim regülasyonu programlarından hesaplanır.

Yük akışı çözümü, yük akışı denklemlerini çözmek için Newton-Raphson yöntemi kullanılarak yapılır. Yük akışı denklemlerinin yapısı, alan alışveriş kontrol, trafo kademe değiştirici, reaktif gücün üniteler arasında orantısal dağılımı ve her bara için reaktif ve aktif denge denklemlerini de kapsayacak şekilde geliştirilmiştir.

Durum hesaplamaları, çözüm içinde

doğrudan belirlenen bara gerilim ve açılırları dışındaki hat ve trafo akışları, generatör reaktif güç üretimlerinin (gerilim kontrolü yapan üniteler için) hesaplanmasını kapsar.

Yük akışı çözümünün sonuçları, istasyon ve bölge tek-hat şemaları ile çeşitli listeler halinde kullanıcılara sunulur.

11. ŞEBEKE MODELİ

Şebeke veritabanı (NETMOM) bütün şebeke uygulamaları tarafından kullanılan şebeke modelini kapsamaktadır. Şebeke modelinde, baralar, hatlar, trafolar, şönt ve tersiyer reaktörler, seri kapasitörler, yükler, generatör iç ihtiyaç yükleri, trafo kademe pozisyonları, kesici ve ayırıcılara ilişkin bilgilerle bunların elektriksel olarak nasıl bağlı oldukları tanımlanmıştır. Yük tahmin programları, kesici durumu tahmin programları, gerilim regülasyonu programları, izlenecek şebeke elemanlarına ilişkin tanımlar ve Geçmiş-Zaman Şebeke uygulaması tarafından kullanılan ölçüm ağırlık tipi ve hassasiyet sınıfı vb. bilgiler de bu veritabanında yer alır.

Şebeke modelinin yaratılması ve değiştirilmesi bir uygulama programı (NETMODEL) kullanılarak yapılır.

SCADA'dan alınan bilgilerin şebeke modeline atanması SCADA veritabanındaki düğüm noktalarına göre yapılır, özellikle şönt reaktör ve Beri kapasitör bulunan hatlardan yapılan aktif ve reaktif güç ölçümlerinin şebeke modeli üzerinde doğru noktalara atanabilmesi için şebeke modelindeki bara sayısının artması ve bunun sonucu olarak ölçüm fazlalığının azalması pahasına da olsa bu hatların bir parçası olarak sıfır empedans hat parçalarının (ZBR) modele dahil edilmesi zorunlu olmaktadır.

Şebeke Modelinde TEK tarafından yapılan değişiklikler ;

Şebeke modelindeki bara sayısının azaltılması ve böylece şebeke durumunun hesaplanmasını amaçlayan problemin serbestlik derecesini, yani büyük çoğunluğu ölçüm denklemlerinden oluşan denklemlerin sayısı ile durumu hesap edilecek bara sayısı arasındaki farkın artırılması, bir başka deyişle ölçüm fazlalığının (redundancy) artırılması amacıyla şebeke modelinde aşağıdaki değişiklikler yapılmıştır:

1. Yukarıda belirtilen ölçümlerin şebeke modeli üzerinde doğru

noktalara atanabilmesi için zorunlu olarak kullanılan sıfır empedanslı hat parçalarından (7.BR) başka, rori kapasitör banklarının mudol I Rımc."inde ilaha öne¹ kullanılan ZOR'lar modelden çıkarıldıktır-. Böylece, her s"t'i kapasitör bankı için 2 olmak üzere şebeke modelindeki bara sayısı toplam olarak 22 azaltılmıştır.

2. Daha önce 4 harayla (bir bara operatör tarafında» modelden ayrılarak çözüm dışına ÇJkarı İmktayd!) modellenen üç sargılı <3n0/1!">'./34.5 kV) ototrafolardan tersiyer sargısına reaktör b>Ş.l) olmayanlar 2 harayla modelJenmiş, böylece şebeke modelindeki bara sayı.ı tersiyer reaktörü olmayan üç-sargılı her otot.rafo için bir bara olmak üzere toplam olarak 40 azaltılmıştır.
3. Daha önce ayrı 154 kV haralara bağlı olarak modellerimış ototrafo yükleri, ototrafolarm aynı 154 kV haraya bağlı olduğu istasyonlarda aynı haraya bağlı olarak modellenmiş, böylece şebeke modelinde bara sayısı toplam 16 azaltılmıştır.
4. ölçüm yapılmayan istasyonlarda modellemiş yükler yerine, bunların komşu istasyonlarında ölçüm yapılamayan istasyonlara giden hatların akışları yük olarak modele konularak hem programlanmış yük değerleri yerine ölçülmüş değerlerin kullanılmanı sağlanmış hem de şebeke modelindeki bara sayısı toplam olarak 4 azaltılmıştır.

Dört grupta toplanan bu değişikliklerle şebeke modelindeki bara sayısı toplam 82 azaltılmış olmaktadır. Böylece 250 civarında olan şebeke bara sayıBi yaklaşık olarak üçte bir oranında azaltılmıştır.

Şebeke modelindeki bara sayısındaki bu azalma sonucu şebeke uygulamaları (RTNET, Kısıtlılık Analizi, Yük Akışı) açısından aşağıda belirtilen olumlu sonuçlar ortaya çıkmıştır:

1. RTNET uygulamasının şebekenin durumunu hesaplama performansı artmıştır.
2. RTNET uygulamasının hatalı ölçümleri saptama ve belirleme performansı artmıştır.
3. RTNET uygulanması tarafından daha başarılı bir şekilde hesap edilen şebeke çözümünü kullanan diğer şebeke uygulamalarının da performansları artmıştır.

1190

4. Şebeke uygulamaları» kullandıkları CPU zamanında belirli bir azalma olmuştur.
5. Şebeke çözümlerinin ekranlarda güreteriJen tablo görüntüleri basitleşmiş ve kullanımları daha kolay hale gelmiştir.

12. UYF) SİSTEMİNİN GKLFCCFOI

Ulusal Yük Dağıtım Sisteminin genişletilmesi ve yeni fonksiyonların eklenmesi için öngörülen çalışmalar şunlardır:

- Yeni santral ve trafo merkezlerinin UYÜ sistemine dahil edilmesi
- Tüm 154 kV şebekenin UYD sistemine dahil edilmesi
- Mevcut kontrol merkezlerindeki teçhizatın genişletilmesi ve modernizasyonu
- Yeni kontrol merkezlerinin kurulması
- Ulusal Enterkonnekte Elektrik Şebekesinin daha iyi işletilmesi için ihtiyaç duyulan yeni yazılımların sağlanması
- Ekonomik Yükleme fonksiyonunun gerçekleştirilmesi
- Uzaktan kumanda olanaklarının gerçekleştirilmesi.
- Yük frekans kontroluna yeni hidrolik ve termik santrallerin dahil edilmesi

KAYNAKLAR

1. Contribution to power nysten p.tat.e estimation, ESCA Final Report, 1904
2. YILDIRIM, Nur, Türkiye Elektrik Kurumu Milli Yük Tevzi Sistemi, TEK »ergişn Sayı:65, 1989
3. MONTICEI.I.1, A., UARCIA, A., Modeling Zero Impedance Branches in Pouer System State Estimation, IEKE Transaction on Power Systems, Vol.6, 1991
4. ESCA ve WSL yazılım dokümanları



Bahadır UCAM 1959 yılında Gümüşhane'de doğdu. Orta Doğu Teknik Üniversitesi Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümünden 1982 yılında mezun oldu. 1985 yılında aynı bölümden master derecesi aldı. Türkiye Elektrik Kurumu'nda 1983 yılında çalışmaya başlayarak Ulusal Yük Dağıtım Projesinde görev aldı. Halen İletişim Kontrol ve Otomasyon Dairesi Bask?> - ligi, Sistem Araştırma ve Kontrol Müdür'lüğünde çalışmaktadır.

ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ 5 ULUSAL KONGRESİ