

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ABDİ İBRAHİM İLAÇ MASLAK PLAZA
ENERJİ OTOMASYONU UYGULAMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Elk. Müh. Eryetiş YAMAN**

Anabilim Dalı : ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ

Programı : ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ

HAZİRAN 2008

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ABDİ İBRAHİM İLAÇ MASLAK PLAZA
ENERJİ OTOMASYONU UYGULAMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Elk. Müh. Eryetiş YAMAN
(504051007)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 5 Mayıs 2008
Tezin Savunulduğu Tarih : 9 Haziran 2008**

**Tez Danışmanı : Prof.Dr. Ayşen DEMİRÖREN
Diğer Jüri Üyeleri Doç.Dr. Salman KURTULAN
Doç.Dr. F. Okan PEKİNER**

HAZİRAN 2008

ÖNSÖZ

Tez çalışmamda, endüstride sıkça karşılaşılan PLC ve SCADA sistemlerini içeren Abdi İbrahim İlaç Maslak Plaza enerji otomasyonu çözümü irdelenmiştir. Çalışmam süresince yardımlarını benden esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Ayşen Demirören'e; sistem montaj ve devreye alma sürecinde her türlü kolaylığı ve yardımı sunan başta Abdi İbrahim İlaç Enerji Müdürü İzzet Şenol ve Maslak Plaza İşletme Müdürü Gökay Yay olmak üzere tüm Abdi İbrahim İlaç elektrik bölümü kadrosuna; her türlü soruma cevap vererek yardımlarını esirgemeyen Arsu Mühendislik Genel Müdürü Mehmet Aytuğlu, Multisis Otomasyon Genel Müdürü Mehmet Civelek ve Çevrim Elektrik Genel Müdürü Sami Erkişi' ye; sistemin ortaya çıkışında çalıştığım başta Üçgen Otomasyon Genel Müdürü Seda Canıgür' e ve tüm Üçgen Otomasyon kadrosuna; öğrenim hayatım boyunca her zaman yanımda olan çok sevdiğim, değerli aileme teşekkürlerimi iletirim.

Haziran 2008

Eryetiş Yaman

İÇİNDEKİLER

| | |
|---|-------------|
| KISALTMALAR | vi |
| TABLO LİSTESİ | vii |
| ŞEKİL LİSTESİ | viii |
| ÖZET | x |
| SUMMARY | xi |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 2. SİSTEM TANIMI | 3 |
| 2.1. Genel Yapısı | 3 |
| 2.2. Kontrol Noktaları ve Tekhat Şemaları | 5 |
| 2.2.1. Bahçeşehir Fabrika | 5 |
| 2.2.2. Maslak Plaza | 8 |
| 2.3. Otomasyon Sisteminden Beklentiler | 10 |
| 2.4. PLCP1 Panosu | 10 |
| 2.5. SYNC Panosu | 12 |
| 3. TEMEL BİLGİLER | 15 |
| 3.1. Giriş | 15 |
| 3.2. SCADA | 15 |
| 3.2.1. SCADA İşlevleri | 15 |
| 3.2.2. SCADA Sisteminden Beklentiler | 16 |
| 3.2.3. SCADA Sistemi Yapıtaşları | 16 |
| 3.3. Programlanabilir Lojik Kontrolör (PLC) | 20 |
| 3.3.1. PLC' lerin Temel İlkeleri ve Birimleri | 21 |
| 3.3.2. Giriş Birimi | 22 |
| 3.3.3. Çıkış Birimi | 22 |
| 3.3.4. Merkezi İşlem Birimi | 22 |
| 3.4. Saha Ekipmanları | 23 |
| 3.4.1. SEPAM Koruma Rölesi | 23 |
| 3.4.2. PM800 Enerji Analizörleri | 25 |
| 3.4.3. GCP31 Senkronizasyon Rölesi | 26 |
| 3.4.4. LS4 Şalter Kontrol Rölesi | 39 |
| 3.4.5. GW4 CANBUS/MODBUS Çevirici | 43 |
| 3.4.7. Dinamik UPS (DUPS) | 43 |
| 3.4.8. Transformatör | 45 |
| 3.4.9. Dizel Generatör | 46 |

| | |
|---|-----------|
| 3.4.10. Kesici | 50 |
| 3.4.11. Ayırıcı | 51 |
| 3.4.12. Motorlu Şalter | 51 |
| 3.4.13. Transmitter | 52 |
| 4. OTOMASYON PROJESİ | 53 |
| 4.1. Giriş | 53 |
| 4.2. Sistem Analizi | 53 |
| 4.3. Haberleşme Konfigürasyonunun Oluşturulması | 54 |
| 4.4. Sistemdeki Giriş-Çıkışların Belirlenmesi | 54 |
| 4.4.1. Dijital Girişler | 55 |
| 4.4.2. Dijital Çıkışlar | 58 |
| 4.4.3. Analog Girişler | 58 |
| 4.5. PLC Konfigürasyonu | 60 |
| 4.6. Otomasyon Elektrik Projelerinin Oluşturulması ve Adreslerin Belirlenmesi | 60 |
| 4.7. PLC Programının Yazılması | 62 |
| 4.8. SCADA PC Arayüz Programının Yazılması | 64 |
| 4.9. Testlerin Uygulanması | 64 |
| 4.10. Devreye Alma | 65 |
| 5. OTOMASYON SENARYOLARI | 66 |
| 5.1. Senkronizasyon Senaryoları | 66 |
| 5.1.1. Senaryo1 | 66 |
| 5.1.2. Senaryo2 | 67 |
| 5.1.3. Senaryo3 | 68 |
| 5.1.4. Senaryo4 | 69 |
| 5.1.5. Senaryo5 | 70 |
| 5.2. DUPS Senaryosu | 71 |
| 6. SCADA PC ARAYÜZ YAZILIMI | 75 |
| 6.1. SCADA Yazılım Sayfaları | 75 |
| 6.1.1. Kapak Sayfası | 75 |
| 6.1.2. Sistem Sayfası | 76 |
| 6.1.3. Kilit Sayfası | 77 |
| 6.1.4. Tekhat Sayfaları | 78 |
| 6.1.5. Haberleşme Sayfası | 82 |
| 6.1.6. Analizör Sayfası | 82 |
| 6.1.7. Senaryo Sayfaları | 83 |
| 6.1.8. Trend Sayfaları | 84 |
| 6.1.9. Parametre Ayar Sayfası | 85 |
| 6.1.10. Alarm Sayfası | 86 |
| 6.1.11. Rapor Sayfaları | 86 |

| | |
|--------------------|-----------|
| 7. SONUÇLAR | 90 |
| KAYNAKLAR | 91 |
| ÖZGEÇMİŞ | 92 |

KISALTMALAR

| | |
|----------------|--|
| PLC | : Programlanabilir Lojik Kontrolör (Programmable Logic Controller) |
| SCADA | : Veri Tabanlı Kontrol ve Denetleme Sistemi (Supervisory Control and Data Acquisition) |
| MIB/CPU | : Merkezi İşlemci Birimi (Central Processing Unit) |
| PID | : Oransal İntegral Türev (Proportional Integral Derivative) |
| PM | : Güç Analizörü (Power Meter) |
| I/O | : Giriş/Çıkış (Input/Output) |
| OG | : Orta Gerilim |
| AG | : Alçak Gerilim |
| SMPS | : Anahtarlama Güç Kaynağı (Switching Mode Power Supply) |
| DUPS | : Dinamik UPS (Dynamic Uninterruptable Power Supply) |
| AC | : Alternatif Akım (Alternative Current) |
| DC | : Doğru Akım (Direct Current) |
| WLAN | : Geniş Yerel Alan Bağlantısı (Wide Local Area Network) |
| TCP/IP | : Haberleşme Kontrol Protokol/İnternet Protokol (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) |
| thd | : Toplam Harmonik Distorsiyon |
| OGR | : Otomatik Gerilim Regülatörü |
| NA | : Normalde Açık Kontak |
| NK | : Normalde Kapalı Kontak |
| YEM | : Yeni Enerji Merkezi |
| PLCP1 | : PLC Panosu1 |
| SYNC | : Senkronizasyon Panosu |
| EIA | : Electronic Industries Alliance (Elektronik Endüstrileri Birliği) |

TABLO LİSTESİ

| | <u>Sayfa No</u> |
|--|-----------------|
| Tablo 3.1 : GCP31 önemli ayar değerleri | 34 |
| Tablo 3.2 : PILLER marka DUPS teknik verileri..... | 44 |
| Tablo 3.3 : AREVA 3faz dökme reçineli kuru tip transformatör teknik verileri..... | 46 |
| Tablo 3.4 : CAT generatör teknik verileri..... | 47 |
| Tablo 4.1 : PLC dijital girişler ve açıklamaları..... | 56 |
| Tablo 4.2 : PLC dijital çıkışlar ve açıklamaları..... | 59 |
| Tablo 4.3 : PLC analog girişler ve açıklamaları..... | 59 |
| Tablo 6.1 : Sistem Sayfası İndikatörler..... | 77 |
| Tablo 6.2 : PM800 Sayfası İndikatörler..... | 79 |
| Tablo 6.3 : Tekhat Sayfası Generatör İndikatörler..... | 80 |
| Tablo 6.4 : Tekhat Sayfası Trafo İndikatörler..... | 80 |
| Tablo 6.5 : Tekhat Sayfası OG İndikatörler..... | 81 |
| Tablo 6.6 : Tekhat Sayfası AG İndikatörler..... | 81 |
| Tablo 6.7 : Tekhat Sayfası DUPS İndikatörler..... | 82 |
| Tablo 6.8 : Analizör Sayfası İndikatörler..... | 83 |

ŞEKİL LİSTESİ

| | <u>Sayfa No</u> |
|--|-----------------|
| Şekil 2.1 : Genel otomasyon konfigürasyonu..... | 4 |
| Şekil 2.2 : Bahçeşehir Fabrika tekhat şeması..... | 6 |
| Şekil 2.3 : Bahçeşehir Age ve YEM tekhat şeması..... | 7 |
| Şekil 2.4 : Maslak Plaza tekhat şeması..... | 9 |
| Şekil 2.5 : PLCP1 panosu iç görünümü..... | 11 |
| Şekil 2.6 : SYNC panosu dış görünümü..... | 14 |
| Şekil 3.1 : Bina otomasyon odasından görünüm..... | 17 |
| Şekil 3.2 : PLC iç yapısı ve program işleme akış şeması..... | 21 |
| Şekil 3.3 : SEPAM koruma rölesi..... | 23 |
| Şekil 3.4 : PM800 enerji analizörü..... | 25 |
| Şekil 3.5 : PM800 örnekleme bağlantıları..... | 25 |
| Şekil 3.6 : GCP31 senkronizasyon rölesi..... | 26 |
| Şekil 3.7 : GCP31 senkronizasyon rölesi giriş bağlantıları..... | 37 |
| Şekil 3.8 : GCP31 senkronizasyon rölesi çıkış bağlantıları..... | 38 |
| Şekil 3.9 : LS4 şalter kontrol rölesi..... | 39 |
| Şekil 3.10 : LS4 şalter kontrol rölesi giriş-çıkış bağlantıları..... | 42 |
| Şekil 3.11 : GW4 CANBUS\MODBUS çevirici..... | 43 |
| Şekil 3.12 : DUPS..... | 44 |
| Şekil 3.13 : DUPS akü grupları..... | 44 |
| Şekil 3.14 : Transformator ikincil sargı çıkış baraları görünümü..... | 45 |
| Şekil 3.15 : CAT dizel generatör..... | 46 |
| Şekil 3.16 : Generatör kontrol panosu..... | 47 |
| Şekil 3.17 : Governor kontrol modeli..... | 48 |
| Şekil 3.18 : Kesici..... | 51 |
| Şekil 4.1 : Ekipman listesi..... | 53 |
| Şekil 4.2 : Ekipmanlar ve I/O sayıları..... | 54 |
| Şekil 4.3 : Motorlu şalter I/O..... | 55 |
| Şekil 4.4 : Enerji analizörü I/O..... | 55 |
| Şekil 4.5 : Pano tasarımı..... | 61 |
| Şekil 4.6 : Kablo listesi..... | 61 |
| Şekil 4.7 : PL7Pro PLC derleyici programı ve oluşturulan bölümler..... | 62 |
| Şekil 5.1 : Senaryo1 tekhat şeması..... | 67 |
| Şekil 5.2 : Senaryo2 tekhat şeması..... | 68 |
| Şekil 5.3 : Senaryo3 tekhat şeması..... | 69 |
| Şekil 5.4 : Senaryo5 tekhat şeması..... | 70 |
| Şekil 5.5 : DUPS senaryosu tekhat şeması..... | 72 |
| Şekil 5.6 : Rapor1..... | 73 |
| Şekil 5.7 : Rapor2..... | 74 |
| Şekil 6.1 : Kapak sayfası..... | 75 |
| Şekil 6.2 : Sistem sayfası..... | 76 |

| | | |
|-------------------|------------------------------------|----|
| Şekil 6.3 | : Kilit sayfası..... | 77 |
| Şekil 6.4 | : Maslak Plaza tekhat sayfası..... | 78 |
| Şekil 6.5 | : Maslak Plaza kat sayfası..... | 79 |
| Şekil 6.6 | : Haberleşme sayfası..... | 82 |
| Şekil 6.7 | : Analizör sayfası..... | 83 |
| Şekil 6.8 | : Senkronizasyon sayfası..... | 84 |
| Şekil 6.9 | : Trend sayfası..... | 85 |
| Şekil 6.10 | : Parametre ayar sayfası..... | 85 |
| Şekil 6.11 | : Alarm sayfası..... | 86 |
| Şekil 6.12 | : Alarm rapor geçiş sayfası..... | 87 |
| Şekil 6.13 | : Enerji rapor geçiş sayfası..... | 87 |
| Şekil 6.14 | : Aylık rapor..... | 88 |
| Şekil 6.15 | : Günlük rapor..... | 88 |
| Şekil 6.16 | : Aylık toplam rapor..... | 89 |

ABDİ İBRAHİM İLAÇ MASLAK PLAZA ENERJİ OTOMASYONU UYGULAMASI

ÖZET

Bu çalışmada, halen başarıyla çalışmakta olan Abdi İbrahim İlaç Maslak Plaza PLC ve SCADA tabanlı enerji otomasyonu irdelenmiştir. Otomasyon sisteminin kuruluş amaçları ve fonksiyonları, saha ekipmanları ve otomasyon sisteminde bulunma gereklilikleri, otomasyon panoları bileşenleri, PLC senaryoları ile SCADA PC yazılımı detaylı açıklanmıştır. Ayrıca, sistem elektrifikasyon yapısı genel olarak incelenmiştir.

OG ve AG deki tüm kesici ve şalterlerin pozisyonları, DUPS, generatör, trafo gibi elektrik makinalarının önemli alarm ve durumları ile koruma röleleri ve enerji analizörlerinden alınan enerji parametreleri merkezi bilgisayarda anlık izlenir ve kayıt altına alınır. Sistemdeki arızalar meydana geldikleri anda bilgisayarda görünerek operatörü uyarır ve kısa zamanda müdahale imkanı sağlar. Sistemin diğer bir avantajı; önceden belirlenmiş, PLC içinde işleyen senaryoların sistemi, operatör müdahalesine gerek kalmadan otomatik olarak yönetmesidir. Kurulu senkronizasyon çözümü ile plaza enerji kesintilerinden etkilenmez.

ABDI IBRAHIM PHARMACEUTICAL MASLAK PLAZA ENERGY AUTOMATION APPLICATION

SUMMARY

In this study, currently available Abdi Ibrahim Pharmaceutical Maslak Plaza energy automation system based on PLC and SCADA platforms is examined. The goals and functions of the automation system, plant equipments with their necessities for the system, the equipments of the automation panels, running PLC scripts and the SCADA PC software are explained in detail. Besides these, the structure of the system electrification is analysed in general.

State of all circuit breakers in MV and LV network, the considerable states and alarms of electrical machines like DUPS, transformer, generator and the energy parameters which are read from energy analyzers and protection relays are monitored online by PC and also saved on harddisk. Faults in system warns the operators, appearing on the monitor online and immediate maintenance becomes possible. The other advantage of the automation system is that, previously defined and running scripts in PLC manages the system automatically and without any necessity of operators. With the situated synchronization solution, the plaza is not effected by energy breakdowns.

1. GİRİŞ

Günümüzde enerji, zor üretilir ancak kolay tüketilir hale gelmiştir. Elektrik enerjisini üretimi için her zaman birincil enerji kaynağına ihtiyaç vardır. Üretimdeki maliyetlerin artışı, son kullanıcıları da olumsuz etkilemektedir. Bu yüzden mevcut üretilen elektrik enerjisinin en tasarruflu şekilde kullanımı teşvik edilmekte ve işletmelere büyük maddi kazançlar sağlamaktadır.

İşletmelerin artan enerji taleplerini karşılamaları için yetişmiş insan gücüne, büyük yatırım maliyetlerine ve teknolojiye ihtiyaçları vardır. Bu noktada otomasyon da artık işletmeler için vazgeçilmez niteliktedir. İlk yatırım maliyetlerine rağmen, ileriki yıllarda getirileri göz önüne alındığında işletmeler eski ve yavaş sistemlerini, teknolojik, hızlı, güvenilir ve kaliteli otomasyon sistemleri ile değiştirmektedirler.

İşletmelerin ihtiyaçlarını karşılayan enerji otomasyonu sistemi ile tüm veriler kayıt altına alınır, insan müdahalesine gerek kalmadan işlemler otomatik gerçekleştirilir, arızaya müdahale kısa sürelerle indirgenir, geçmişe dönük enerji parametre kayıtlarına ulaşılarak gelecek planlaması yapılabilir.

Otomasyon sistemleri, yazılım ve donanım olarak sonradan genişleyebilme, başka otomasyon sistemleriyle entegre olabilme özelliklerine sahiptirler.

Çalışmamın ikinci bölümünde, tesislerin genel elektrifikasyon yapılarıyla, otomasyon sistemi konfigürasyonu incelenmiştir.

Çalışmamın üçüncü bölümünde, tezde adı geçen tüm cihazlarla ilgili detaylı olmayan bilgiler verilir, uygulamadaki fonksiyonları açıklanmıştır.

Çalışmamın dördüncü bölümünde, otomasyon projesinin yaşam çevrimi adım adım aktarılmış, örneklerle desteklenmiştir.

Çalışmamın beşinci bölümünde, halen işleyen otomasyon senaryoları açıklanmış, yapılan test sonuçları raporlanmıştır.

Çalışmamın altıncı bölümünde, SCADA PC arayüz programı kullanımı örnek sayfalarla desteklenerek açıklanmıştır.

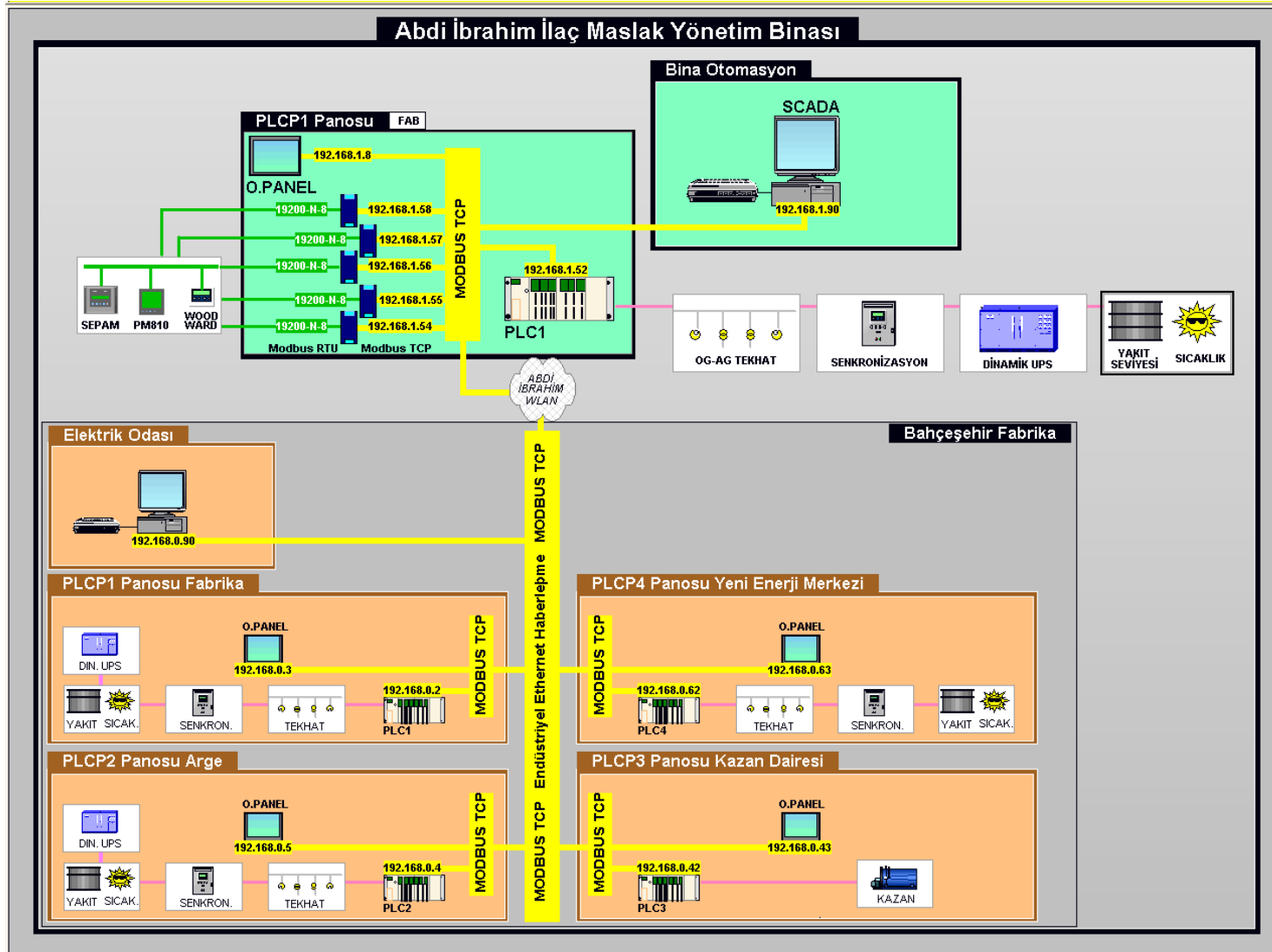
Çalışmamın son bölümünde, kurulan enerji otomasyonu sisteminin işletmeye getirileri özetlenmiştir.

2. SİSTEM TANIMI

2.1 Genel Yapısı

Maslak Plaza SCADA sistemi, Bahçeşehir fabrikada çalışan SCADA sisteminden de bazı önemli sinyalleri anlık toplamakta ve operatöre SCADA PC arayüz programı ile sunmaktadır. İki farklı yerleşimde kurulmuş SCADA sistemleri Abdi İbrahim İlaç'ın WLAN haberleşme altyapısını kullanarak karşılıklı olarak sürekli iletişim halindedirler. WLAN haberleşme hattı Telekom' dan kiralanınan fiberoptik kablolar ile kurulmuştur. Tezde, Maslak Plaza Enerji Otomasyonu sistemi detaylı incelenecektir.

Tüm sistemin genel haberleşme konfigürasyonu Şekil 2.1' de gözlenebilmektedir. Maslak Plaza'da 1, Bahçeşehir fabrikada 4 adet olmak üzere toplam 5 adet Üçgen Otomasyon tarafından kurulmuş otomasyon panosu, her iki yerleşimde da birer adet toplamda iki adet merkezi bilgisayar, 5 adet operatör paneli ve 5 adet PLC mevcuttur.



Şekil 2.1: Genel Otomasyon Konfigürasyonu

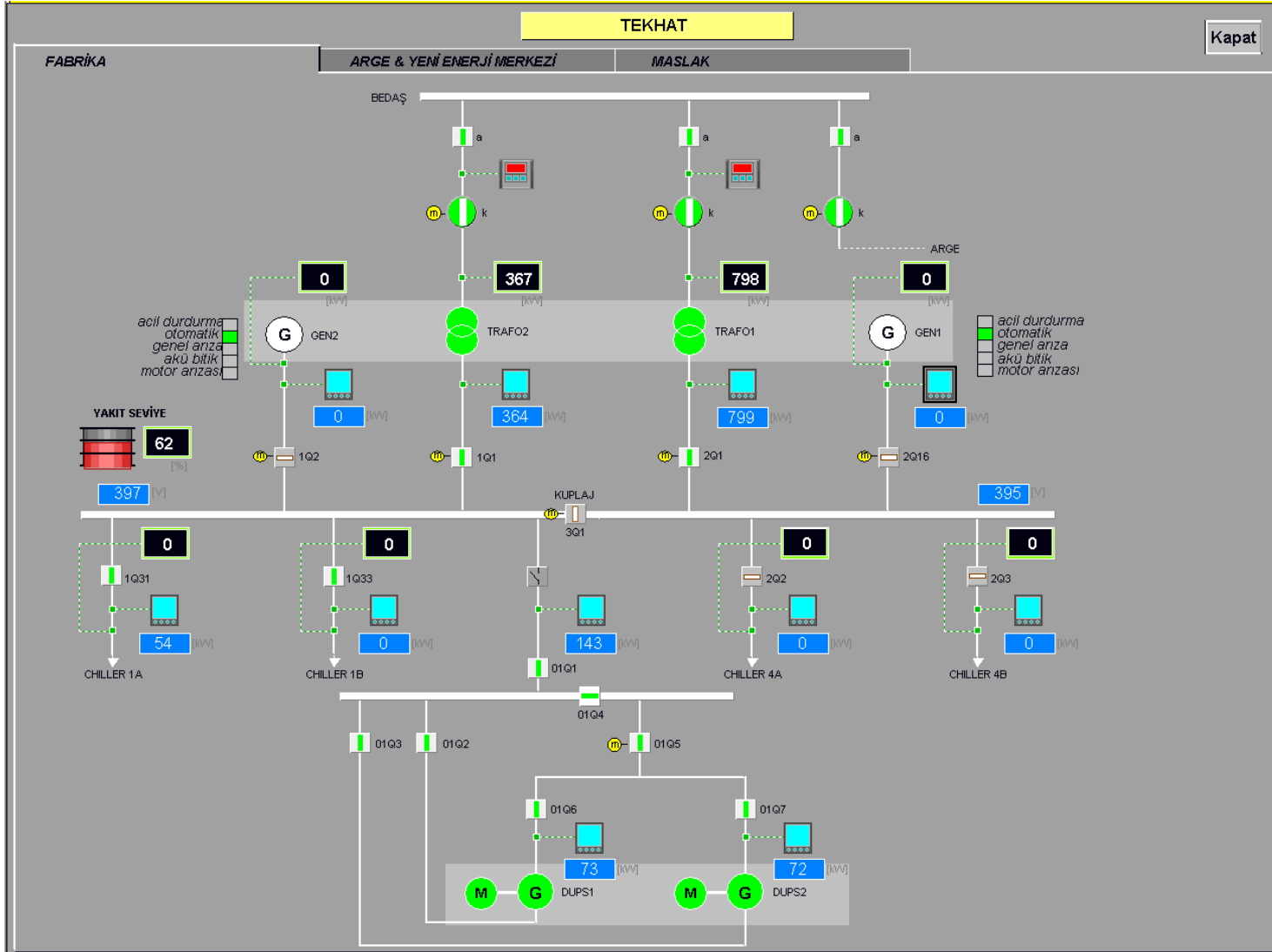
2.2 Kontrol Noktaları ve Tekhat Şemaları

2.2.1 Bahçeşehir Fabrika

Bahçeşehir fabrikada PLCP1 panosu fabrika, PLCP2 panosu Arge, PLCP3 panosu Kazan dairesi ve PLCP4 panosu Yeni Enerji Merkezi olmak üzere Üçgen Otomasyona ait 4 adet otomasyon panosu mevcuttur. Senkronizasyon panosu ve görevleri Emisan tarafından üstlenilmiştir. Tüm enerji otomasyonu sistemin Elektrik Odasında kurulu merkezi bilgisayarından izlenebilir. Bahçeşehir üretim tesisindeki Üçgen Otomasyona ait tüm otomasyon panoları ve SCADA bilgisayarı fiberoptik haberleşme altyapısı ile sürekli iletişim halindedir.

Fabrika tekhat şeması Şekil 2.2' den görülebilmektedir. Kontrol noktaları ise, OG hücreleri, AG panoları, SYNC panosu, DUPS ve bazı noktalardaki sıcaklıklardır.

ARGE ve YEM tekhat şemaları Şekil 2.3' den görülebilmektedir. Kontrol noktaları ise, OG hücreleri, AG panoları, SYNC panosu, DUPS ve bazı noktalardaki sıcaklıklardır.



Şekil 2.2: Bahçeşehir Fabrika Tekhat Şeması

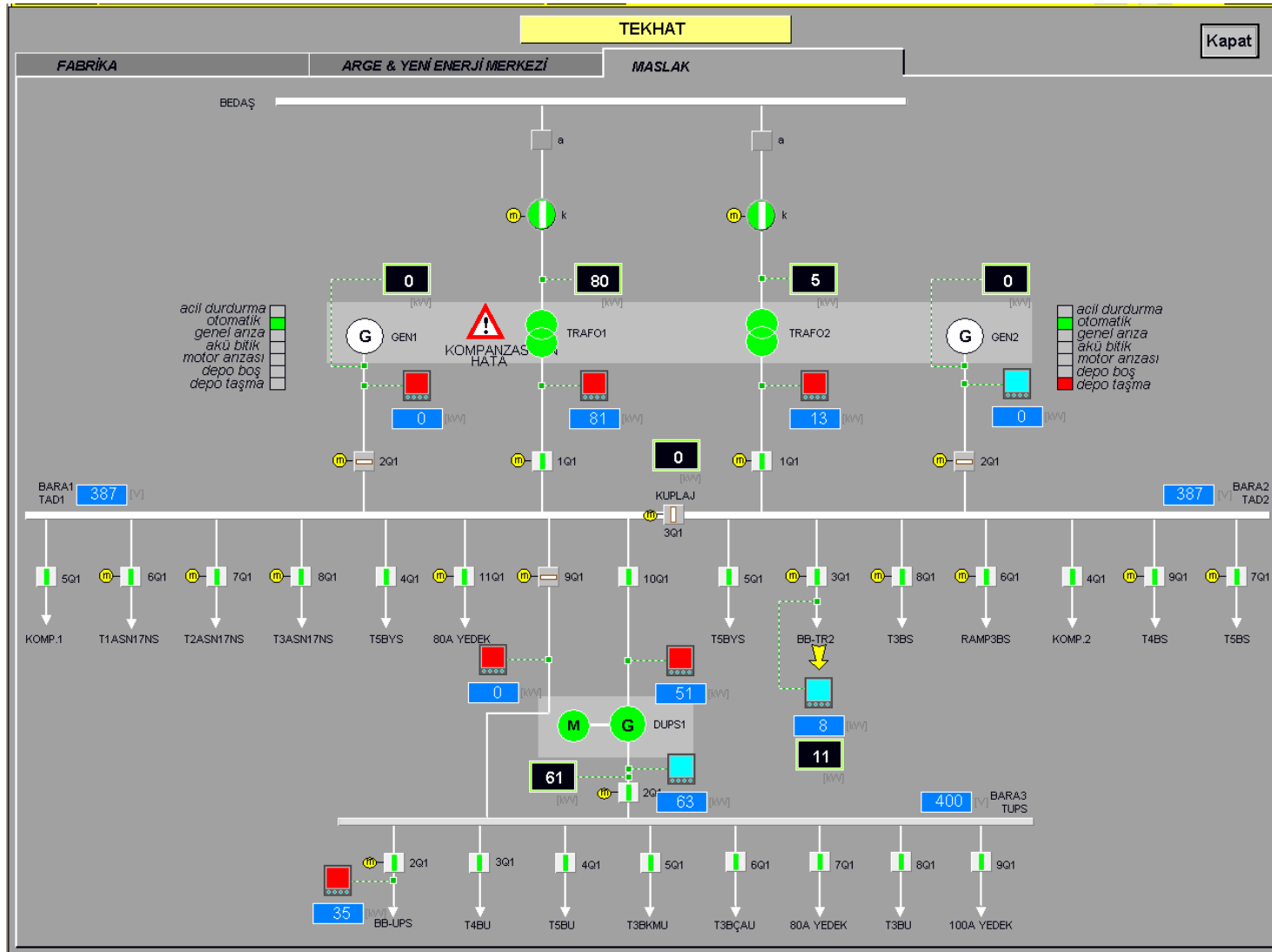
2.2.2 Maslak Plaza

Maslak Plaza elektrifikasyon sisteminde enerji ihtiyacını karşılamak için 2 adet 1600kVA gücünde AREVA marka kuru tip transformatör, acil durumlarda ihtiyacı karşılamak için ise 2 adet 900 kVA gücünde CAT marka dizel generatör bulunmaktadır. İki trafo hiçbir zaman paralel çalıştırılmaz. Bu yüzden şebeke varken sistemde iki ayrı bara vardır. Bu baraların kompanzasyon ihtiyaçları ECT GROUP tarafından tasarlanmış 380kVar gücünde 6 kademeli panolar tarafından sağlanır. Reaktif güç kontrol röleleri sistem reaktif gücünün BEDAŞ tarafından belirlenen reaktif güç sınırlarını (endüktif:%20, kapasitif:%15) aşmamasını hedefler. Kompanzasyon panoları şebeke şalterinden konum bilgisi alır, şalter açıkrsa kompanzasyon devre dışı bırakılır.

Dinamik UPS, yapısı gereği bara reaktif güç ihtiyacını karşılayabildiğinden Dinamik UPS in beslediği bara için herhangi bir kompanzasyon panosu ihtiyacı gerekmemiştir. Yine Dinamik UPS barasında aşırı kompanzasyondan kaçınmak için 3 fazlı reaktörler gerekli hallerde otomatik olarak devreye sokulur.

Maslak Plaza' da 1 adet PLCP1 otomasyon, 1 adet SYNC senkronizasyon panosu mevcuttur. Tüm sistemin izlenmesi Bina Otomasyon odasında kurulu SCADA bilgisayarından yapılmaktadır. Haberleşme yada kontaklarla sahadan toplanan tüm veriler SCADA bilgisayarına PLCP1 panosu üzerinden ethernet altyapısıyla Modbus TCP/IP protokolünü kullanarak transfer edilir. PLC-SYNC panoları arasında Modbus RS485 protokolü kullanılır.

Tekhat şeması şekil 2.4' den gözlenebilir. Kontrol noktaları ise, OG hücreleri, AG panoları, SYNC panosu, DUPS ve bazı noktalardaki sıcaklıklardır.



2.3 Otomasyon Sisteminden Beklentiler

- Enerji dağıtım sisteminin tek merkezden kumanda edilmesine ve izlenmesine yönelik bir enerji yönetimi sistemi kurmak,
- Enerji otomasyonuna dahil tüm birimlerden alınan verilerin merkezi bilgisayardan izlenebilirliğini sağlamak,
- Generatör senkronizasyon sistemi kurmak ve adaptasyonunu sağlamak,
- SEPAM koruma röleleri, PM800 enerji analizörleri ve GCP senkronizasyon rölelerinden verileri haberleşme ile okumak,
- Enerji parametrelerini anlık takip ederken, aynı zamanda kayıt altına alarak geçmişe dönük inceleme imkanı sağlamak,
- Dinamik UPS' in önemli sinyallerini izlemek ve ilgili motorlu şalterlere otomatik kumanda yaptırmak,
- OG hücrelerindeki önemli pozisyon ve ikazları izlemek,
- Kritik ortam sıcaklıklarını izlemek,
- Enerji tüketim raporları oluşturmak,
- Enerji tasarrufuna yönelik referans verileri oluşturmak.

2.4 PLCP1 Panosu

Şekil 2.5'den görüldüğü gibi panonun ana bileşenleri aşağıda sıralanmıştır.

- Telemecanique Premium PLC
- Magelis XBTGT5230 operatör panel
- Moxa 6110 Modbus/TCPIP çevirici
- EDS308/305 Ethernet Switch

- Quint 230VAC/24VDC-10A SMPS

Premium PLC konfigürasyonu 12 parçalı (slot) taşıyıcı (rack) olarak tasarlanmıştır. Bunlardan 9' u aktif halde kullanılmaktadır. Bu konfigürasyonun içerisinde 1 adet güç kaynağı (power supply) modülü (TSX PSY 2600M), 1 adet MIB modülü (P572623M), 1 adet 16 kanallı analog giriş modülü (TSX AEY 1600), 4 adet 64 kanallı dijital input modülü (TSX DEY 64 D2K), 1 adet 64 kanallı dijital output modülü (TSX DSY 64 T2K) bulunmaktadır.

Panonun kapak bölümüne yerleştirilmiş operatör panel ile sisteme ait anlık veriler gözlemlenebilir.



Şekil 2.5: PLCP1 Panosu İç Görünümü

2.5 SYNC Panosu

Sistemde senkronizasyon senaryosuna dahil sahadaki komponentler; 2 adet trafo motorlu şalteri, 2 adet generatör, 2 adet generatör motorlu şalteri, 1 adet kuplaj motorlu şalterleridir. Senkronizasyondan sorumlu kontrol cihazları ise PLCP1 panosundaki PLC, SYNC panosundaki 2 adet GCP31 senkronizasyon rölesi, 3 adet LS4 şalter kontrol rölesi ve 1 adet GW4 CANBUS/Modbus çeviricidir. Panonun dış görünümü Şekil 2.6' da görülmektedir.

Senkronizasyon sisteminde diğer cihazları devreye alan veya devreden çıkaran cihaz PLC' dir. Sahadan gelen tüm sinyalleri değerlendirerek GCP31 ve LS4 cihazlarının yetki ucunu kontrol eder. GCP31 ve LS4 cihazları kendileri arasında diğer haberleşme protokollerinden daha hızlı olan CANBUS haberleşme protokolü ile haberleşirler. Panonun detaylı görünümü Şekil 2.6' dan izlenebilir.

- Çalışma Mod Seçim Anahtarları

Senkronizasyon sisteminde SYNC panosu üzerinden pako şalterlerle seçimi yapılabilen 2 generatör için de ayrı ayrı olmak üzere 3 adet çalışma modu vardır. Bu çalışma modlarının hepsinde geçerli olan kurallar; motorlu şalterlerin pano üzerindeki kumandalarının 'uzak' konumda olması ve GCP31 cihazlarının 'otomatik' modda olmasıdır. Generatörlerin devreye girmesi ve yükü üzerine alması 8 sn. süre alır.

- Kuplaj Anahtarı

Bundan başka, pano üzerinden kuplaj anahtarının senkronizasyon senaryosundaki durumunu tayin edecek kuplaj 'izinvar/izinyok' anahtarı vardır. İzin yok ise, senaryoda kuplaj motorlu şalteri kesinlikle kapatılmaz; izin var ise, kuplaj motorlu şalteri kapatılabilir yetkisi PLC' ye verilir. Yük durumuna göre, PLC tarafından kuplaj LS4 e komut gönderilir veya gönderilmez.

- Acil Stop Butonları

Sistemde istenmeyen durumla karşılaşıldığında operatörler tarafından kullanılabilir acil stop butonları mevcuttur. Butonlara basıldığında, PLC tarafından generatör

motorlu şalterleri açılır, GCP ve LS4 cihazlarının yetki ucuna gönderilen sinyaller kesilerek generatörler durdurulur.

- Uyarı Sistemi ve Analog Göstergeler

Daha önce belirlemiş arıza durumlarında operatörü sesli ve ışıklı ikaz için uyarı sistemi mevcuttur. Pano üzerinden ayrıca generatör akım ve gerilimleri ile akü şarj akımları gözlenebilmektedir.



Şekil 2.6: SYNC Panosu Dış Görünümü

3. TEMEL BİLGİLER

3.1 Giriş

Bu bölümde, sistemde adı geçen cihazların fonksiyonları ve işlevleri hakkında detaylı olmayan bilgiler verilerek, otomasyon sistemindeki gereklilikleri irdelenecektir.

3.2 SCADA

SCADA, **S**upervisory **C**ontrol and **D**ata **A**cquisition kelimelerinin ilk harflerinden oluşmuştur. Türkçe'ye "Üst Kontrol ve Veri Toplama Sistemi" olarak çevrilebilir. SCADA sistemi sahaya yayılmış cihazların bir merkezden bilgisayar aracılığıyla denetlenmesini, izlenmesini, önceden tasarlanmış bir mantık dahilinde işletilmesini ve geçmiş zamana ait verilerin saklanması sağlayan sistemlerin genel adıdır [2].

3.2.1 SCADA İşlevleri

- İzleme
 - Durum (açık-kapalı)
 - Analog ölçümler
 - Olay ve alarmların rapor edilmesi, gruplandırılması, sınıflandırılması
 - Trend alabilme
- Kontrol
 - Cihazların kontrolü (ayırıcı, kesici, motorlu şalterlerin uzaktan açılıp kapatılması)

- Rölelere kontrol sinyallerinin gönderilmesi
- Veri Toplama
 - Enerji verileri (akım, gerilim, frekans, aktif-reaktif enerji)
 - Durumlar (kesici, ayırıcı, motorlu şalter pozisyonları)
- Verilerin Kaydı ve Saklanması
 - Elde edilen veriler isteğe bağlı aralıklarla istenen sürelerde saklanırlar.

3.2.2 SCADA Sisteminden Beklentiler

- Sisteme ait elektriksel ve endüstriyel parametrelerin PC den izlenebilmesi,
- Ayarlanan değerler için alarm alabilme,
- İstenen değerlerin talep edilen periyotlarla kaydedilmesi,
- Grafik trend izleme ve kaydetme,
- Arıza takibi,
- Raporlama.

3.2.3 SCADA Sistemi Yapıtaşları

- Kontrol Merkezi

Kontrol Merkezi otomasyon sisteminin izlenebildiği, kontrol edildiği ve yönetildiği yer olarak tanımlanır. Kontrol merkezleri tesisin merkezi yerlerine konumlandırılırlar. Kontrol merkezlerinin en önemli ve olması mecburi iki bileşeni merkezi bilgisayar ve operatörlerdir. Sistemin başarı kriteri, bu iki bileşenin uyumu ile doğrudan alakalıdır.

Merkezi bilgisayarlar, sistemden alınan tüm verileri, ikazları düzenli olarak saklar. Toplanan veriler gerek duyulan hallerde operatörün isteği doğrultusunda rapor çıktısı olarak alınabilir. Sistemin tekhat şemaları üzerinden izlenebilirliği sağlanır. Dolayısıyla operatörler tüm sistemi ekran üzerinden takip edebilirler. Sistemin

kesintiye uğramaması ve verimli çalışabilmesi için sahadan toplanan arıza durumları çok önemlidir. Bu yüzden gerekli alarmlarda, yazılım tarafından operatörler sesli ve görüntülü olarak uyarılırlar. Merkezi bilgisayarlara yazıcı gibi ek donanımlarda eklenebilir.

Operatörler sistemin denetiminden, yönetiminden ve güvenliğinden sorumlu kişilerdir. Bu yüzden otomasyon sisteminin operatörler tarafından eksiksiz anlaşılması ve kullanılabilmesi gereklidir. Merkezi bilgisayardaki yazılımı kullanabilme yetkileri her operatör tarafından farklı olup şifre yönetimi ile farklılık yaratılır. Arıza durumlarında, merkezi bilgisayar arıza tespit; operatörler ise mümkün olan en kısa sürede arıza müdahale ve giderimi ile sorumludurlar. Şekil 3.2' de bina otomasyon odasından görünüm verilmiştir.



Şekil 3.1: Bina Otomasyon Odasından Görünüm

- Haberleşme

SCADA sisteminde sistemin işleme için haberleşme hayati öneme sahiptir. Haberleşme kanallarındaki veri elde edebilme hızı, SCADA sistemini doğrudan etkilemektedir. SCADA sistemi haberleşme kanalları saha birimleri ile kontrol merkezi arasındaki bağlantıyı düzenler ve yönlendirir.

Endüstriyel haberleşme sistemleri altyapı olarak birçok donanımsal ve yazılımsal standartları da beraberinde getirmektedir. Donanımsal altyapı sistemleri 3 bölümde incelenebilir.

- Seri arabirimler

Seri haberleşmede EIA standardı olan RS-232, RS-422 ve RS-485 olmak üzere üç farklı fiziksel altyapı kullanılmaktadır. Sistemde enerji analizörleri (PM800), koruma röleleri (SEPAM), generatör ve şalter kontrol cihazlarından (GCP31, LS4) PLC panosuna veriler RS485 fiziksel altyapısını kullanarak taşınırlar

RS232 PC seri potu ile cihaz arasında noktadan nokta bağlantı ile sınırlıdır. Sadece iki nokta arasında kısa mesafeli haberleşmeyi sağlar. Haberleşme için verici, alıcı ve toprak hattı gereklidir. Rx (kabul-receive) ve Tx (gönderim-transmit) üzerinden bilgiler referans seviyesi olan toprak (GND)'ye göre belirlenir.

RS422 de verici ve alıcı sinyaller için iki ayrı hat çifti kullanılır. RS232 ile karşılaştırıldığında gürültüden etkilenmesi daha azdır ve daha uzun mesafelerde kullanılabilir. Diğer bir farkta çok alıcıyı desteklemesidir ancak verici cihaz bir adettir.

RS485 422 üzerine geliştirilmiştir. 422 den farkı aynı hat üzerine 10 yerine daha fazla cihaz bağlayabilme ve birden fazla vericiyi desteklemesidir. Hatların belli yerlerinde sinyal kuvvetlendiriciler (repeater) kullanılırsa sayı 255 e kadar çıkarılabilir.

Pratikte RS485 haberleşme altyapısında karşılaşılan zorluklar gürültüler ve yansımalar olarak sıralanabilir [2].

Haberleşme kablosunun taşıdığı sinyallerin harici gerilimlerden etkilenerek bozulmasına gürültü adı verilir. Kablolarda gürültüyü minimum seviyeye indirmek için birtakım çözümler üretilmiştir. Haberleşme kablolarının burulmuş kablo (twisted pair) olması ve aralarında faz farkı yaratarak gürültüyü bastırmaları ve kablolarda ekranlama kullanılması sıralanabilir.

Kabloların empedansı 120 ohm olarak hesaba katılır. Her paralel bağlanan alıcı cihazın direnci ise 12 kohm seviyesindedir. Bu dirençlerin toplamı verici cihaz için yük teşkil eder ve paralel bağlanan cihazların sayısı arttıkça yükte azalacaktır. Verici cihaz tarafından gönderilen sinyaller yük tarafından emilmediğinde tekrar verici cihaza geri döner, bu sinyaller alıcı cihazlardan dönen sinyallerle birleştiğinde hat trafiğinde karışıklık meydana gelecektir. Bu yansımaları önlemek için hattın başına

ve sonuna hatta paralel dirençler bağlanır. Bu dirençlerin değerleri hat direnci 120 ohm olarak seçilir.

- Ethernet

Cihazın ethernet hattından haberleşebilmesi için, bu cihaz PC ise ethernet kartına, PLC ise ethernet modülüne ihtiyaç vardır. Her ethernet kartı yada modülünün tüm dünyada tekil olan MAC adresi bulunur. Ethernet ağında cihazlar MAC adresleri ile ayırt edilirler [3]. Ethernetin seri haberleşmeye birtakım üstünlükleri mevcuttur. En büyük üstünlüğü, verinin bit bit değilde paketler halinde iletilmesidir. Bu durumun iki önemli getirisi vardır. Birincisi, ağ uzun süreli meşgul edilmez hız yüksektir. İkincisi, seri haberleşmede gönderilen verinin bir biti bile bozulsa veri tekrar gönderilir, ethernet haberleşmesinde ise sadece bozuk paket tekrar gönderilir ve böylece çakışmalar minimuma indirilerek ağ daha güvenli yapıya bürünür.

- Fiberoptik

Ethernet ve seri arabirimlerde sinyaller metalik kablolarla taşınır. Gürültüden etkilenmeleri, metalik kabloların önemli dezavantajlarıdır. Metalik kabloların bu olumsuzluklarına karşı üstünlükleri olan fiberoptik kablolar üretilmiştir ve günümüzde kullanımı yaygındır. Optik fiber liflerinde bilgi iletimi için kızılaltı (infrared) dalgaboyları kullanılır. Daha uzun mesafelerde kullanılabilirler. Optik fiber, yalıtkan bir maddeden (cam) üretildiği için elektromanyetik alanlardan etkilenmez. Optik iletim sistemlerinde özel olarak geliştirilen ışık saçan diyotlar ile lazer diyotlar kullanılır.

Fiberoptik kablolar bu özelliklerinde dolayı güvenliğin ve/veya haberleşme kalitesinin göz önüne alındığı sistemlerde tercih edilirler (telekomünikasyon, askeri haberleşme).

- Protokoller

Protokolleri fiziksel haberleşme altyapılarının dili olarak nitelendirilebilir. Seri haberleşme ve ethernet altyapıları için çeşitli firmalar protokol yazılımlarını yaparlar ve ürettikleri cihazlara bunları entegre ederler. Protokoller, hatta bağlı cihazların

nasıl adresleneceğini, hangi kurallara uyarak veri iletişimi yapacakları sorularını yanıtlar.

Sistemde ethernet için Modbus TCP/IP, RS485 içinse Modbus haberleşme protokolleri kullanılmıştır.

Modbus RS485 protokolü ile veri elde edilen PM800 serisi analizörleri, SEPAM koruma röleleri ve GCP senkronizasyon cihazlarına SCADA bilgisayarına köle (slave) numarası, akışhızı (baudrate), eşlikbiti (parity) ayarlarının yapılması gerekir. Bu ayarlardan akışhızı ve eşlikbiti her hatta bağlı her cihaz için aynıdır fakat köle numaraları her analizör için farklı olmak zorundadır. Sistem Modbus RS485 protokol ayarları; akışhızı 19200, eşlikbiti sıfır (0)' dır.

Modbus TCP/IP protokolü ile haberleşen her cihazın birbirinden farklı, ayırt edici IP adresleri olmalıdır.

Her iki haberleşme protokolünde de geçerli olmak üzere; ağda aynı IP adresli yada köle numaralı cihaz varsa bu durum tüm ağı olumsuz etkileyerek merkezi bilgisayarın yani efendinin (master) veri almasını kesintiye uğratar.

3.3 Programlanabilir Lojik Kontrolör (PLC)

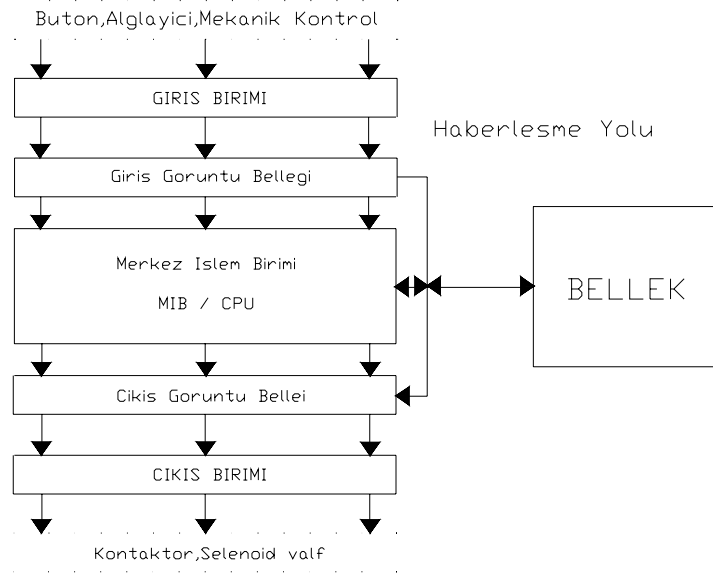
PLC terimi; İngilizce "**P**rogrammable **L**ogic **C**ontroller" kelimelerinin baş harflerinin kullanılmasıyla elde edilmiştir.

Röleli devrelerle oluşturulan ilkel otomatik kontrol sistemlerinin yerine daha kullanışlı, bakımı az ve en önemlisi ekonomik çözümler sunarlar. Röleli devrelerin yapabildiği her türlü otomatik kontrol sistemini PLC' lerle programlayıp geliştirmek mümkündür.

PLC endüstriyel otomasyon sistemlerinin kumanda ve kontrol devrelerini gerçeklemeye uygun yapıda giriş-çıkış birimleri ve iletişim arabirimleri ile donatılmış, kontrol yapısına uygun bir sistem programı altında çalışan endüstriyel bir bilgisayardır [1].

3.3.1 PLC' lerin Temel İlkeleri ve Birimleri

PLC' ler endüstriyel otomasyon devrelerinde doğrudan kullanıma uygun özel giriş ve çıkış birimleriyle donatılmıştır. Bu cihazlara basınç, seviye sıcaklık algılayıcıları ve buton gibi iki değerli lojik işaret tanıyan elemanlar; kontaktör, selenoid valf gibi kumanda devrelerinin sürücü elemanları doğrudan bağlanabilir. Bir PLC; bir mikrobilgisayar (mikroişlemci, bellek, I/O arabirimi) veya kontrolör, giriş ve çıkış birimleri, besleme güç kaynağı gibi temel kısımlardan oluşur. Ayrıca programı yedeklemek ve başka bir PLC' ye aktarmak için EPROM birimi, I/O sayısını artırmak için genişleme birimi, enerji kesilmeleri durumlarında PLC' yi besleyen yedek güç kaynağı ve seri haberleşme arabirimi gibi birimler de bulunur. Bellek olarak; salt okunur bellek (ROM) ve rastgele erişimli bellek (RAM) kullanılır. İşletim sistemi ve PLC' ye ilişkin değiştirilmeyen veriler, salt okunur bellekte; veriler, kullanıcı programı ve I/O işaret durumları rasgele erişimli bellekte tutulur. I/O işaret durumlarının tutulduğu özel bellek alanı I/O görüntü belleği olarak adlandırılır. I/O arabirimi, bir I/O birimi üzerinden kumanda elemanlarına bağlanır. Şekil 3.1'de PLC' nin iç yapısı ve program işleme akış şeması verilmiştir.



Şekil 3.2: PLC İç Yapısı ve Program İşleme Akış Şeması

3.3.2 Giriş Birimi

Kontrol edilen sistemle ilgili algılama ve kumanda elemanlarından gelen elektriksel işaretleri lojik gerilim seviyelerine dönüştüren birimlerdir. Kontrol edilen sisteme ilişkin basınç, seviye, sıcaklık algılayıcıları, butonlar ve sınır anahtarları gibi elemanlarda gelen iki değerli işaretler (0 veya 1) giriş birimi üzerinden alınır. Gerilim seviyesi değerleri 24 V, 48 V, 100-120 V, 200-240 V doğru veya alternatif akım olabilir.

3.3.3 Çıkış Birimi

Kontrol edilen sistemdeki; kontaktör, röle, selenoid valf gibi kumanda elemanlarını sürmeye uygun donanımda olan birimdir. Bunlar ; röle, triyak yada tranzistor çıkışlı olabilirler. Özellikle çalışma sırasında çok sayıda yüksek hızlı açma kapama gerektiren durumlarda ve doğru akımda transistorlu, alternatif akımda triyaklı olan çıkışları kullanılır. PLC üzerindeki çıkışlardan büyük akımlar çekilemez. Örneğin kontak çıkışlı devreler 6 A mertebesinde triyak ve transistor çıkışlı devreler 1A ya da 2 A mertebesinde yüklenebilir.

3.3.4 Merkezi İşlem Birimi (MIB)

Kontrol komutlarının yorumlanmasını, yürütülmesini ve veri saklama işlemleri için ve bu işlemler için gerekli olan aritmetik, mantık ve denetim işlerini içeren birimdir. Giriş birimi yardımıyla kontrol edilen sistemden gelen veriler mikroişlemciye gelir ve bu veriler program belleğindeki programa göre işlendikten sonra çıkış verilerini kontrol edilen sisteme çıkış birimi üzerinden gönderirler.

Merkezi işlemi kontrol kararlarını mikroişlemci içerisindeki kütükler (register) üzerinden verir. Verilen kararlar çıkış arabirimine aktarılırken merkezi işlem birimi bu kararları program belleğinde bulunan programa bağlı olarak alacak ve programın yürütülmesi ile ilgili gerekli çıkış arabirimlerini uyaracaktır.

3.4 Saha Ekipmanları

3.4.1 SEPAM Koruma Rölesi

Farklı uygulamalarda koruma amaçlı kullanılırlar. Rölelerin koruma aralıkları kullanıcı isteği doğrultusunda programlanabilir. Koruma özelliğinin yanı sıra bağlandığı noktadaki birçok elektriksel parametreyi ölçer (gerilim, akım, güç faktörü, aktif/reaktif/görünür güç). Bilgisayara bağlanabilmesi için standart haberleşme protokollerine uygun kanalları mevcuttur. Bazı tipleri şunlardır:

- Dağıtım tesisi koruma (giriş-çıkış besleme)
- Generatör koruma
- Motor koruma
- Transformatör koruma röleleridir.



Şekil 3.3: SEPAM Koruma Rölesi

Tesiste iki adet, transformatör koruma yapılı (T20) SEPAM koruma rölesi bulunmaktadır. Şekil 3.3' te koruma rölesinin sahada çekilmiş görüntüsü verilmiştir. Bağlı buldukları fiderleri ölçme, koruma, kontrol ve izleme fonksiyonlarını yerine getirmektedirler. Ayrıca kontrol ettikleri kesici yada motorlu şalterleri manuel olarak açma-kapama yapabilme özelliği de mevcuttur.

- Ölçme

Transformatör OG tarafında 3 faz akımları akım trafoları yardımıyla ölçülür.

- Koruma

- Aşırı akım

İşletme 3 faz akımlarında biri yada birkaçı önceden ayarlanan trip akımı değerini 30 ms boyunca aşarsa cihaz trip çıkışını aktif ederek kesiciyi açtırır.

- Faz-toprak arızası

Normal işletme koşullarında anlık 3 faz akımlarının toplamı sıfır olmalıdır. Bu kural, yük dengesiz iken yada faz-toprak kısa devre arızası meydana geldiğinde bozulur. Yükler dengeli olduklarında fazlardaki gerilim ve akım değerleri birbirine eşit olup, faz açıları da 120 derecedir. Akım ve gerilim sadece pozitif bileşenden ibarettir. Dengesizlik durumunda simetrik bileşenler metodu ile fazdaki akım ve gerilim fast fourier dönüşümü yardımıyla hesaplanan pozitif, negatif ve sıfır olmak üzere 3 vektörün toplamından meydana gelir [4]. Pozitif bileşen dengeli bileşen olup sürekli mevcuttur ve sistem gerilim dönüş yönüyle aynı yöndedir. Negatif bileşen ise bu dönüş yönüne terstir. Sıfır bileşenin ise dönüş yönü olmayıp diğer bileşenler üzerine eklenir. Faz akımlarının negatif bileşeni gecikme süresince ayarlanan değer üzerinde ise kesici açtırılır.

Kesici yukarıda adı geçen arıza durumlarında en geç 120 ms. de açtırılır.

- Kontrol

Koruma rölesi gerekli hallerde kesici pozisyonunu değiştirebilir.

- Ayarlar

Kullanıcı tarafından 3 faz trip akımları ile negatif bileşen eşik akımı ayarlanır.

- Haberleşme

SEPAM içindeki kütüklerden veriler SCADA bilgisayarına MODBUS protokolü kullanılarak taşınabilir. Bunu gerçekleştirmek için ACE 949-2 SEPAM haberleşme modülünü sisteme eklemek gereği vardır. Sistemde bu modül bulunmamaktadır.

3.4.2 PM800 Enerji Analizörleri

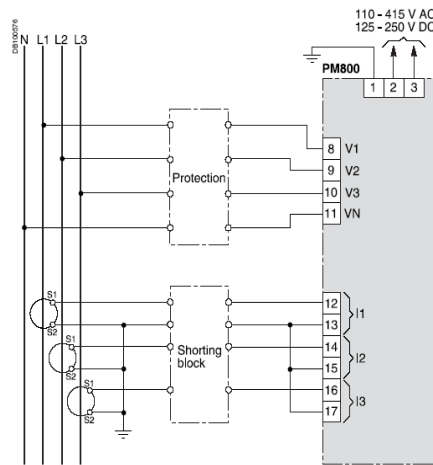
Sisteminde PM810 ve PM820 olmak üzere iki tipi de kullanılmıştır. PM820' nin PM810' a en büyük üstünlüğü, harmonik değerlerini de hesaplaması ve izlenmesine imkan sağlamasıdır. Otomasyon sistemine bağlı, SCADA bilgisayarından izlenmesi planlanmış 65 adet PM800 serisi enerji analizörü mevcuttur. Bunlardan 4 ü PM820 serisi enerji analizörüdür. Şekil 3.4' te analizörün sahadan çekilmiş görüntüsü verilmiştir.



Şekil 3.4: PM800 Enerji Analizörü

Enerji analizörlerinden SCADA ekranına frekans, cosfi, faz arası ve faz-nötr gerilimleri, akım, aktif-reaktif-görünür güç, aktif-reaktif enerji, thd akım, thd gerilim, akım 3. harmonik analog değerleri elde edilir.

▪ Bağlantı Şekli



Şekil 3.5: PM800 Örnekleme Bağlantıları

3.4.3 GCP31 (Senkronizasyon Rölesi)

Farklı uygulamalarda sistem tasarımına göre kullanılacak GCP31 ve GCP32 olmak üzere iki tip GCP30 serisi senkronizasyon rölesi mevcuttur. GCP31 sadece generatörü ve şalterini kumanda ederken, GCP32 bunların yanı sıra şebeke şalterini de kumanda etme özeliğine sahiptir. Röleler kullanıcı tarafından sisteme uygun şekilde programlanır.

Senkronizasyon sisteminde birden fazla Woodward cihazı kullanılırsa bu cihazlar aralarında CANBUS haberleşme protokolünü kullanırlar. Farklı haberleşme protokolleriyle konuşabilmeleri için çeviriciye ihtiyaçları vardır.



Şekil 3.6: GCP31 Senkronizasyon Rölesi

▪ Ölçülen Değerler

- Gerilim

Generatör ve ortak bara için faz-faz gerilimleri. Baralardan alınan gerilim örneklemeleri 30kA kısa devre akımı kesme kapasiteli buşonlu sigortadan geçirilerek terminallere indirilmiştir.

- Frekans

Generatör için gerilimlerden faydalanarak elde edilir.

- Akım

Üç faz akımları. Sadece generatör tarafından örnekleme alınır. Enerji analizörlerinden seri geçirilerek terminallere indirilmiştir.

- Aktif güç

Cihaz tarafından hesaplanır.

- Reaktif güç

Cihaz tarafından hesaplanır.

- Güç faktörü

Cihaz tarafından hesaplanır.

▪ Koruma Fonksiyonları

Üç faz yüksek/düşük gerilim

Yüksek/düşük frekans

Faz/vektör kayması

Generatörü şebeke ile paralel çalışırken şebeke tarafında meydana gelebilecek kısa devrelerden korumak amaçlı türetilmiş korumadır. Şebeke faz vektörleri ile generatör faz vektörleri sürekli karşılaştırılır ve üzerinde set edilen kadar ve üzerinde faz farkı meydana geldiğinde motorlu şalter açtırılır.

Kontrol ve Senkronizasyon Fonksiyonları

Senkronizasyon için CANBUS protokolü aracılığıyla LS4 üzerindeki set değerlerinin elde edilmesi,

Senkronizasyon için CANBUS protokolü aracılığıyla LS4 üzerindeki anlık değerlerin (aktif güç, akım, frekans gibi...) elde edilmesi,

Generatör governor (hız regülatörü) ve OGR ünitelerine referans ayar noktası olarak 0-10V DC analog sinyallerin gönderilmesi,

Generatör marş ve yakıt rölelerini kontrolü için generatör kontrol panosuna dijital çıkışların gönderilmesi,

Generatör motorlu şalterinin açılıp kapanması,

Generatör motorlu şalterinin ölü baraya kapatılması.

- Çalışma Modları

Cihazın dört farklı çalışma modu mevcuttur [5]:

- Otomatik

Generatör ve generatör motorlu şalteri otomatik olarak kumanda edilir. Cihazın aktif olabilmesi için gerekli terminalin dışarıdan uyarılması gerekir.

- Manuel

Cihazın üzerindeki butonların kullanılmasını aktif ederek kontrolü kullanıcıya bırakır. Kullanıcı cihaz üzerindeki butonları kullanarak generatörü start/stop edip, generatör şalterini açıp/kapatabilir. Koruma fonksiyonları (düşümfrekans, yüksekgerilim gibi...) ise devrededir.

Start butonuna basılmasıyla, başlama ve yakıt selenoid valf röleleri aktif edilir. Generatör hızı daha önceden belirlenen değere geldiğinde başlama rölesinin enerjisi kesilir ama yakıt rölesi enerjili kalır.

Stop butonuna basılmasıyla, yakıt rölesi enerjisiz bırakılır.

- Test

Generatör test modu butonuna basıldığında çalışmaya başlar, eğer generatör şalteri kapat butonuna basılırsa şebeke varsa senkron olduktan sonra, yoksa hemen şalteri kapatır. Generatör yükü üzerine aldıktan sonra 'setpoint' butonu ile generatör referans yükü değiştirilerek cevap izlenebilir.

- Stop

Stop butonuna basılmasıyla, generatör yükü azaltılır, ölçülen yük nominal generatör aktif gücünün %5 ine ulaştığında generatör motorlu şalteri açılır. Daha önce

ayarlanan soğutma süresi dikkate alınarak soğutma süreci başlatılır. Yakıt rölesinin enerjisi kesilir.

▪ Alarm Tanımlamaları

Cihazda dört adet alarm sınıfı mevcuttur [5]:

- F0

Arıza oluştuğunda alarm mesajı ekrana düşer ama genel alarm sinyali aktif edilmez. Generatör işletmesine müdahale özelliği yoktur.

- F1

Arıza oluştuğuna alarm mesajı ekrana düşer ve genel alarm sinyali de aktif olur. Generatör işletmesine müdahale özelliği yoktur. Aşağıda meydana gelebilecek arızalardan birkaçı sıralanmıştır.

- Düşük akü gerilimi
- Generatör şalteri senkronizasyon süresi doldu
- Generatör şalteri kapatma hatası: GCP 5 defa kapatma sinyali gönderip şalter kapanmaz ise çıkış üretilir.

Generatör şalteri açma hatası: GCP şalter aç sinyali gönderdikten sonra 2 sn içinde şalter açıldı geribeslemesi gelmez ise çıkışı üretir.

CANBUS haberleşme hatası

- F2

Arıza oluştuğunda alarm mesajı ekrana düşer ve genel alarm sinyali de aktif olur. Generatör yükü yumuşak olarak bırakıldıktan sonra generatör şalteri açılır. Soğutma periyodu tamamlandıktan sonra generatör durdurulur. Aşağıda meydana gelebilecek arızalardan birkaçı sıralanmıştır.

- Aşırı yük
- Faz kayması

- F3

Arıza oluştuğunda alarm mesajı ekrana düşer ve genel alarm sinyali de aktif olur. Generatör şalteri hemen açılır ve generatör hemen durdurulur. Aşağıda meydana gelebilecek arızalardan birkaçı sıralanmıştır.

- Aşırı hız
- Yüksekfrekans
- Düşükfrekans
- Yüksekgerilim
- Düşükgerilim
- Aşırıakım
- Zıt yük
- Dengesiz yük
- Generatör durdurma hatası: GCP stop sinyalini gönderdikten 30 sn sonra generatörde hız ölçülürse çıkış üretilir.
- Generatör başlama hatası: GCP 3 defa başlama sinyali gönderip generatörden gerekli yanıtı almaz ise çıkış üretilir.
- Generatör istenmeden durması: GCP stop sinyalini göndermeden generatör durursa üretilir.

▪ Senkronizasyon

Cihaz generatörleri hem şebekeyle paralel, hemde ada moduna çalışırken kontrol edebilir. Cihaz generatör şebeke ile paralel çalışırken aktif güç ve güç faktörünü, ada modunda çalışırken ise frekans ve gerilimi ayarlanan değerlerde tutmaya çalışır. Bu kontrolleri generatör governor ve gerilim regülatörüne gönderdiği 0-10 Volt DC analog sinyallerle gerçekleştirir. Senkronizasyonun temeli, iki enerji kaynağının ortaklaşa yükleri beslemesidir. Ortak çalışmanın gerekli 4 koşulu vardır:

- Çıkış efektif gerilimlerinin eşit olması,
- Faz sıralarının aynı olması,
- Faz açılarının aynı olması,
- Frekanslarının hemen hemen aynı olması.

Senkrona giren generatör, yük olarak devreye girmemesi için frekansı, çalışan kaynak frekansından biraz yüksek olmalıdır.

- Ada modunda çalışma

Generatör ada modunda yükü besleyen tek kaynaktır. Önceden ayarlanan frekans ve gerilim değerlerine ulaşabilmek için governor ve AVR ünitelerine gerekli sinyalleri gönderir. Uygun değerleri gördüğünde motorlu şalterini kapayarak yükü üzerine alır.

- Diğer generatörle paralel çalışma

Şebeke yok iken iki generatör devreye girip paralel çalışacaksa öncelikle öncelik sırası 1 olarak ayarlanmış generatör devreye girer, frekans ve gerilimini gerekli şekilde ayarladıktan sonra motorlu şalterini kapayarak yükü üzerine alır diğer generatörde kendini devreye giren generatöre göre ayarlar. Senkron durumuna geldiklerinde diğer generatörde şalterini kapatarak yükün yarısını üzerine alır.

- Şebeke ile paralel çalışma

GCP yetki ucu PLC tarafından enerjilendiğinde şebeke de var ve şalteri kapalı ise CANBUS aracılığıyla LS4' lerle iletişime geçerek anlık şebeke değerlerini elde eder ve generatör kontrollerini bu değerleri referans olarak gerçekleştirir. Yukarıda sayılan 4 koşul gerçekleştiğinde şalterini kapatarak üzerinde daha önce ayarlanmış aktif güç kadar yükü üzerine alır. Frekans ve gerilim sürekli sabit kaldığından governor ve AVR referans noktasını değiştirerek aktif güç ve güç faktörü ayarı yapar.

- Aktif Güç Kontrolü

Generatör şebeke ile paralel çalışırken aktif güç kontrolü için üç ayrı mod seçimi yapılabilir.

- Temel yük

Şebeke ile paralel çalışırken ayarlanan aktif güç değeri kadar yükü üzerine alır. Uzun süre şebeke ile paralel çalışmayı gerektirmeyen uygulamalar için uygun moddur. Arda kalan güç şebeke tarafından karşılanır.

- Alış (Import)/Veriş (Export)

Kojenerasyon tesisleri gibi şebeke ile sürekli çalışmayı ve yük alışverişi kontrolünü gerektiren uygulamalar için uygun moddur. Cihaz yetkilendirildikten sonra generatörler şebeke üzerindeki yüke göre devreye girer veya devreden çıkarlar. Bu çalışma yük bağımlı kalkış (start)/duruş (stop) olarak isimlendirilir.

- Alış

Şebeke ayarlanan aktif güç değeri kadar yükü sürekli karşılamak zorundadır. Yük ayarlanan değer üzerinde çıktığında generatör veya generatörler devreye girerek arda kalan yükü üzerine alırlar.

- Veriş

Ayarlanan değer kadar sabit gücü şebekeye verir. Yük değişimleri generatör tarafından karşılanır.

▪ Reaktif Güç Kontrolü

GCP reaktif güç kontrolünü gerçekleştirmek için güç faktörü ve kVar kontrolü olmak üzere iki metodu kullanır. Gerekli analog çıkışları otomatik gerilim regülatörüne gönderir.

- Güç Faktörü Kontrolü

Güç faktörü aktif gücün görünür güce oranıdır. Aktif güç, görünür gücün yük üzerinde faydalı tarafını gerçekleştiren kısımdır. Başka bir deyişle, güç faktörü 1 değerine ne kadar yakın ise generatör yükü o kadar verimli besliyor demektir. GCP güç faktörü kontrolünü sadece şebeke ile beraber çalışırken gerçekleştirir. Bu durumda generatör sabit olan aktif güç değerini oluşturabilmek için reaktif gücü aktif güçle orantılı olarak değiştirir.

- kVar Kontrolü

GCP kVar kontrolünü ada modunda yalnız veya diğer generatörlerle çalışırken gerçekleştirir. Generatör aktif güç değişimlerini hesaba katmadan yükün ihtiyacına göre reaktif güç üretir.

▪ Ölü Bara Kapatma

Cihazda ölü bara kapatma fonksiyonu mevcuttur. Fonksiyona izin verildiğinde generatör ayarlanmış frekans değerine ulaştığına motorlu şaltere kapanması için kumanda sinyalini gönderir.

▪ Önemli Ayar Değerleri

Tablo 3.1' de cihaz içinde ayarlanmış önemli değerler verilmiştir.

Tablo 3.1: GCP31 Önemli Ayar Değerleri

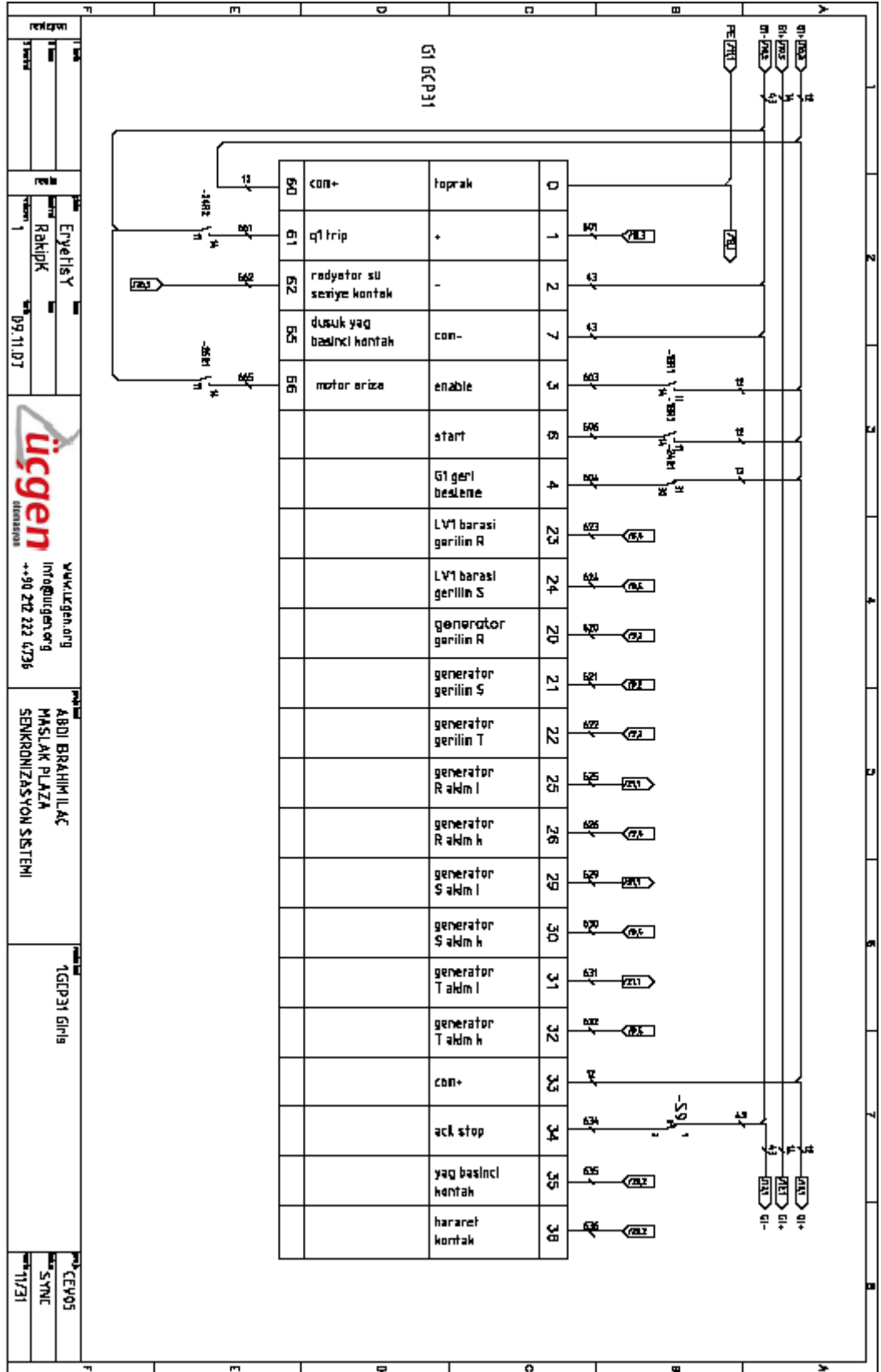
| Parametre | Ayar Değişkeni | Ayar Değeri | Açıklama |
|-----------|------------------------------------|-------------|--|
| 8 | Frekans ayar noktası | 50Hz | Genaratörün yüksüz yada ada modunda çalışacağı referans frekans değeridir. |
| 9 | Nominal sistem frekansı | 50Hz | Şebeke nominal frekansıdır. |
| 16 | Generatör gerilim set noktası | 400V | Generatörün yüksüz yada ada modunda çalışacağı referans faz arası gerilim değeridir. |
| 17 | Nominal sistem gerilimi | 400V | Sistem nominal faz arası gerilimidir. Koruma ve kontrol fonksiyonları buradaki değeri referans alır. |
| 19 | Akım trafosu çevirme oranı | 1600/5A | |
| 21 | Nominal gücü | 720kW | Ölçme, kontrol ve koruma fonksiyonu için buradaki değer referanstır.(generatör aşırı yük yüzde değeri) |
| 22 | Nominal akımı | 1300A | |
| 28 | LS4 mode | Aktif | GCP CANBUS hattındaki diğer LS4 cihazlarıyla veri alışverişinde bulunabilir. |
| 29 | Sistem nominal gücü | 1600kW | Transformatör gücü |
| 35 | Aktif güç ayar noktası | 50kW | Generatör şebeke ile paralel çalışırken her zaman burada ayarlanan değer kadar yükü üzerine alır. |
| 39 | Aktivasyon frekansı | 30Hz | Ayarlanan değer aşıldığında frekans kontrolörü devreye girer. Cihaz başlangıç işlemlerini yaparken frekans kontrolü yapmaz |
| 42 | Frekans kontrolör tipi | Analog | Analog/PWM seçimi yapılır. |
| 46 | Frekans analog kontrolör çıkışı | 0-10V | Sinyal tipi seçilir. |
| 50 | Frekans kontrolör kazanç katsayısı | 10 | |
| 51 | Frekans kontrolör reset zamanı | 5sn | |
| 52 | Frekans kontrolör türev zamanı | 0 | |
| 55 | Aktivasyon gerilimi | 200V | Ayarlanan değer aşıldığında gerilim kontrolörü devreye girer. Cihaz başlangıç işlemlerini yaparken gerilim kontrolü yapmaz |
| 57 | Gerilim kontrolör tipi | Analog | Analog/PWM seçimi yapılır. |
| 61 | Gerilim analog kontrolör çıkışı | 0-10V | Sinyal tipi seçilir. |
| 65 | Gerilim kontrolör kazanç katsayısı | 100 | |
| 66 | Gerilim kontrolör reset zamanı | 2sn | |
| 67 | Gerilim kontrolör türev zamanı | 0 | |

Tablo-3.1 devamıdır.

| | | | |
|-----|---------------------------------|--------|---|
| 68 | Güç faktörü ayar değeri | 1 | Cihaz sadece şebeke ile paralel çalışırken güç faktörünü ayarlama özelliğine sahiptir. |
| 69 | Aktif güç kazanç katsayısı | 10 | |
| 70 | Aktif güç reset zamanı | 2sn | |
| 71 | Aktif güç türev zamanı | 0 | |
| 90 | kW yük paylaşımı | Aktif | Sistemde birden fazla generatör devrede ise aktif yük bu generatörler arasında paylaşılır. |
| 91 | kW yük paylaşım faktörü | 50% | |
| 90 | kVar yük paylaşımı | Aktif | Sistemde birden fazla generatör devrede ise reaktif yük bu generatörler arasında paylaşılır. |
| 91 | kVar yük paylaşım faktörü | 50% | |
| 116 | Senkronizasyon frekans farkı | 0.2Hz | İki sistem arasındaki frekans farkı burada ayarlanan değer altında ise 'şalter kapat' sinyali gönderilir. |
| 118 | Senkronizasyon gerilim farkı | %0.2 | İki sistem arasındaki gerilim farkı burada ayarlanan değer altında ise 'şalter kapat' sinyali gönderilir. |
| 119 | Şalter kapat sinyal süresi | 0.5 sn | |
| 163 | Aşırı akım eşik değeri1 | 110% | Generatör nominal gücü referans alınır. |
| 164 | Aşırı akım eşik değeri1 gecikme | 1sn | |
| 165 | Aşırı akım eşik değeri1 | 120% | Generatör nominal gücü referans alınır. |
| 166 | Aşırı akım eşik değeri2 gecikme | 0.04sn | |
| 169 | Düşük frekans | 49.5Hz | |
| 177 | Düşük gerilim | 360V | |
| 190 | Faz/vektör kayma | Aktif | |
| 192 | Faz/vektör kayma ayar değeri | 0.8 | |
| 195 | Akü gerilimi izleme | 10V | Akü gerilimi ayarlanan değer altına düştüğünde alarm verilir. Generatör çalıştırılmaz. |
| 270 | Soğutma süresi | 115sn | Eğer makine olağan şekilde durduruldu yada F2 tipi alarm verdiyse generatör şalteri açıldıktan sonra makine soğutma sürecine girer. |
| 272 | Ateşleme hızı | 15Hz | Makine ateşleme hızına ulaştığında start sinyali kesilir. |

- Bağlantı Şekilleri

Şekil 3.7 ve Şekil 3.8' de otomasyon elektrik projelerinden alınmış, cihaz giriş ve çıkışlarının gözlenebileceği sayfalar verilmiştir.



Şekil 3.7: GCP31 Senkronizasyon Rölesi Giriş Bağlantıları

3.4.4 LS4 (Şalter Kontrol Rölesi)

LS4 şalter senkronizasyon cihazı sadece bir adet motorlu şalteri kontrol edebilme kapasitesine sahiptir. Temel mantığı, bağlı bulunduğu şalterin iki tarafından da gerekli örneklemeleri alır ve değerlendirerek uygun çıkış sinyalini (açma/kapama) şaltire gönderir. Cihaz kendi içinde analiz yaparken şalterin bir tarafını SistemA, diğer tarafına SistemB olarak adlandırır. Bu adlandırmanın farklı oluşunun nedeni, SistemA' nın sabit, SistemB' nin ise değişken senkronize olacak sistem olarak tanımlanmış olmasıdır.



Şekil 3.9: LS4 Şalter Kontrol Rölesi

▪ Ölçülen Değerler

- Gerilim

Sistem A ve sistem B için faz arası gerilimleri.

- Frekans

Sistem A ve sistem B için gerilimlerden faydalanarak elde edilir.

- Akım

Sistem A 3 faz akımları.

- Aktif güç

Cihaz tarafından hesaplanır.

- Reaktif güç

Cihaz tarafından hesaplanır.

- Güç faktörü

Cihaz tarafından hesaplanır.

- Koruma fonksiyonları

- 3 faz yüksek/düşük gerilim

- Yüksek/düşük frekans

- Faz/vektör kayması

- Kontrol ve Senkronizasyon Fonksiyonları

- Senkronizasyon için CANBUS protokolü aracılığıyla ayar değerlerinin GCP30 cihazına gönderilmesi,

- Senkronizasyon için CANBUS protokolü aracılığıyla anlık değerlerin GCP30 cihazına gönderilmesi,

- Motorlu şalterlerin açılıp kapanması,

- Motorlu şalterin ölü baraya kapatılması.

- Senkronizasyon

Gerilim ve frekans lar göz önüne alınarak değişken sistem (SistemB), sabit sisteme (SistemA) senkronize olacaktır. LS4 değişken sistemin kontrolünü üstlenen GCP cihazına set ve anlık değerleri gönderir. GCP de bu sinyallere uygun hareket ederek frekans ve gerilim ayarlarını düzenleyerek LS4 ün şalter kapatabilme anına uygun değerler üretir. LS4 uygun kapatma anını sürekli kontrol eder ve değerler tolerans değerleri içinde ise kapat sinyalini şaltere gönderir.

- Ölü Bara Kapatma

Cihazda ölü bara kapatma fonksiyonu mevcuttur. Fonksiyona izin verildiğinde SistemA tarafında enerji varken SistemB de enerji yoksa şalter karşılaştırma yapmadan kapatılır.

- Önemli Ayar Değerleri[6]

- CANBUS Numarası

Sistemde varolan tüm GCP ve LS4 cihazlarının birbirinden farklı CANBUS protokol numarası olmalıdır.

- Kısım (Segment) Numarası

LS4 ün CANBUS aracılığıyla SistemB (değişken taraf) yi kontrol eden GCP cihazıyla haberleşmesi için gerekli GCP cihazı adresidir. Eğer barada birden fazla GCP cihazı mevcutsa en küçük numaralı cihaz ayarlanır.

Sistemde 3 adet LS4 kontrol cihazları senkronizasyon senaryosunda motorlu şalterleri kumanda etmek için kullanılırlar. Aktif olabilmesi için yetki ucunun uyarılması gerekir.

- Bağlantı Şekilleri

Şekil 3.10' da otomasyon elektrik projelerinden alınmış, cihaz giriş ve çıkışlarının gözlenebileceği sayfalar verilmiştir.

3.4.5 GW4 (CANBUS\MODBUS Çevirici)

Senkronizasyon sistemi cihazları (PLC hariç) arasında kullanılan protokol CANBUS, SCADA yazılımı protokolü ise Modbus olduğundan arada bir protokol çeviriciye ihtiyaç vardır. Bu ihtiyacı GW4 karşılamakta ve SCADA yazılımına verileri göndermektedir.



Şekil 3.11: GW4 CANBUS\MODBUS Çevirici

3.4.6 Dinamik UPS (DUPS)

Dinamik UPS (DUPS) ler senkron generatör ve UPS i için de bir arada bulunduran elektrik makinalarıdır. DUPS girişinde enerji varken paralel bağlı akü grupları şarj edilir ve senkron generatör de senkron kondenser olarak çalışarak bara reaktif güç ihtiyacını karşılar. DUPS girişinde enerji kesintisi olması durumunda, senkron kondenser artık senkron generatör olarak çalışmaya başlar, uyarma akülerden karşılanır.

Sistemde DUPS oluşunun temel nedeni, enerji kesintisine tahammülü olmayan yüklerin kısa süreli beslenmesidir.



Şekil 3.12: DUPS



Şekil 3.13: DUPS Akü Grupları

Tablo 3.2' de DUPS'a ait teknik veriler sıralanmıştır.

Tablo 3.2: PILLER marka DUPS Teknik Veriler

| | |
|-------------|---|
| Nominal Güç | 625kVA |
| Akü Grubu | 4 adet paralel grup, her grupta 12V-60Ah 36 adet akü mevcuttur. |

3.4.7 Transformatör

Transformatorler güç sabit kalmak şartıyla gerilim ve akım değerlerini ihtiyaca göre değiştiren elektrik makinalarıdır. Amaçları ve yapılış tarzları itibariyle ölçü ve güç transformatörleri olmak üzere iki tiptir.

Güç dağıtım transformatörlerinde kademe değiştirici pozisyonları ayarlanarak giriş ve çıkış gerilimleri ayarlanır. Kademe değiştirici kullanmanın temel prensibi, OG tarafında meydana gelecek gerilim düşümü ve yükselmelerinde AG tarafının yani işletmelerin etkilenmemesini sağlamaktır.

Endüstride kullanılan 3 fazlı dağıtım transformatörlerin ideal bağlantı şekli OG tarafı üçgen, AG tarafının zikzak yada yıldız tipinde olmasıdır. Bu bağlantı şeklinin getirdiği yaralardan bazıları aşağıda sıralanmıştır:

- 3. harmonik bileşenleri birincil sargı (primer) üçgende yok edilir.
- İkincil sargının (seconder) nötrü topraklanabilir.
- Dengeli ve dengesiz yükler birlikte beslenebilir.

Trafonun dahili tek koruması sargı sıcaklıktır. Sargı sıcaklık ölçme rölesi anlık değeri ölçer ayarlanan değerin üzerine çıktığında motorlu şaltlere açma komutunu gönderir. İşletmede bu değer 180C olarak tanımlanmıştır.



Şekil 3.14: Transformatör İkincil Sargı Çıkış Baraları Görünümü

Tablo 3.3' te transformatöre ait teknik veriler sıralanmıştır.

Tablo 3.3: AREVA 3 faz dökme reçineli kuru tip transformatör Teknik Veriler

| | |
|---------------------|---------------------|
| Nominal Güç | 1600kVA |
| Nominal Akım | 16(23), 1443(2020)A |
| Frekans | 50Hz |
| Gerilim | 36kV/400V |
| Kısa Devre Gerilimi | %6.1 |
| Kısa Devre Akımı | 28.7kA |
| Bağlantı Grubu | Dyn11 |
| Soğutma Şekli | AN/AF FAN |

3.4.8 Dizel Generatör

Generatörler, mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren elektrik makinalarıdır. Genel yapısı itibariyle 3 kısma ayrılır. Bunlar dizel motor, alternatör ve kontrol panolarıdır. Sistemdeki dizel motor, 12 silindir – 4 zamanlı, su soğutmalı, 1500 devir/dak, turboşarj emişli ve elektronik governore sahip ünedir. Alternatör, elektronik voltaj regülatörüne sahiptir.



Şekil 3.15: CAT Dizel Generatör

Tablo 3.4' te generatöre ait teknik veriler sıralanmıştır.

Tablo 3.4: CAT Generatör Teknik Veriler

| | |
|----------------------|---------------|
| Nominal Güç | 900kVA, 720kW |
| Cosphi | 0.80 |
| Nominal Gerilim | 400V/230V |
| Nominal Akım | 1300A |
| Frekans | 50Hz |
| Nominal Devir Sayısı | 1500rpm |
| Kısa Devre Gerilimi | %6.1 |
| Uyarma Gerilimi | 67V |
| Uyarma Akımı | 10A |
| Bağlantı Şekli | Yıldız |

▪ Kontrol Panosu

Generatörü manual olarak kumanda etmek yada anlık verileri izlemek amaçlı oluşturulmuş panolardır. Dijital ampermetre, frekansmetre, voltmetre, yağ basıncı ve su sıcaklığı göstergeleri, marş anahtarı, acil stop butonu, alarm modülleri, kontrol anahtarları, hız ve gerilim potansiyometrelerini barındırır [7].



Şekil 3.16: Generatör Kontrol Panosu

- Gerilim ayar potansiyometresi

Generatör gerilimini istenen düzeye ayarlamak için kullanılır.

- Hız ayar potansiyometresi

Generatör hızını ve frekansını istenen düzeye ayarlamak için kullanılır.

- Acil stop butonu

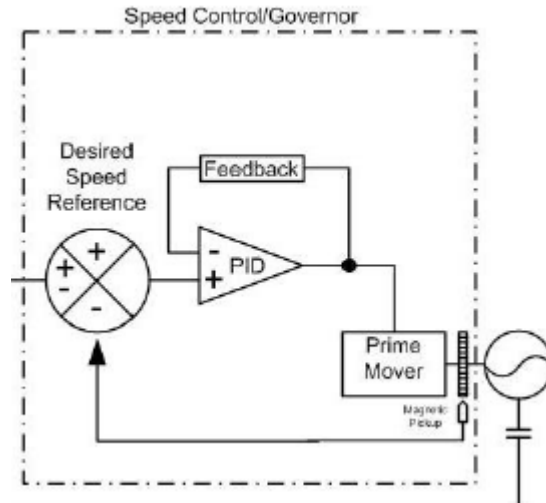
Acil durumlarda yakıt vanasını kapatarak generatörü durdurmak için kullanılır.

- Kontrol anahtarları

Otomatik modda uzak kumanda rölesi enerjilendiğinde generatör çalıştırılır. Manuel moda kontrol paneli üzerinden ‘start’ butonuna basılmasıyla çalıştırılır. Arıza durumu olmaz ise stop butonuna basılıncaya kadar çalışmaya devam eder.

- Governor (Hız Regülatörü)

Dizel motor hızını dolayısıyla alternatör frekansını ayarlayan ünedir. Sistemde mevcut governorlar proporsiyonel karakteristikli olup yük artarken hızda azalma meydana gelecektir. Governor ünitesi dışarıdan potansiyometreden yada GCP cihazından aldığı referans değeri ile gerçek değer arasındaki farkı alır ve dizel motor yakıt vanasını oransal olarak kontrol ederek alternatörü ayarlanan frekans değerinde tutmaya çalışır. Alternatör hızını manyetik pickup ünitesi ile ölçer. Manyetik pickup ise dişli kutusundaki volanın dakikada geçen diş sayısını sayar.



Şekil 3.17: Governor Kontrol Modeli

- OGR

Otomatik gerilim regülatörü uyarma alanına doğru akım sağlar. OGR’lerin temel rolü, yükte normal, küçük ve yavaş değişimler olduğunda generatör uç geriliminin sabitliğini sağlamaktır [8]. Sistemde mevcut OGR’ler proporsiyonel karakteristiklidir.

Sistemde generatörlerin governor ve OGR ünitelerini GCP cihazları kontrol eder. GCP’ler PI kontrol ile üretilen 0-10V arası kontrol sinyallerini kullanırlar. Sinyallerle governor ve OGR referans noktalarını sürekli kontrol altında tutarak

frekansın ve gerilimin üzerlerinde daha önce ayarlanan sınır değerler arasında kalmasını sağlarlar.

- Akü

2 adet 12 Voltluk 60Ah kuru tip akünün seri bağlanmasıyla oluşturulmuş 24 voltluk akü grubu mevcuttur.

- Korumalar

Sistemde GCP korumaları yanı sıra kontrol panosunun da ürettiği ve sonuç olarak generatörü durduran yada termik manyetik şalterini açtıran korumalar mevcuttur:

Aşırı yük yada kısa devre: termik manyetik şalter açılır.

Düşük /yüksek gerilim: termik manyetik şalter açılır.

Düşük yağ basıncı: Yağ basıncı ayarlanan değerin altında ise generatör durdurulur.

Acil stop butonu: Generatör durdurulur.

Yüksek su sıcaklığı: Generatör durdurulur.

Makina aşırı hız: Manyetik ölçüm sonucu hız nominal hızın %118 ine ulaştığında generatör durdurulur.

▪ Manuel çalıştırma

- Kontrol anahtarı manuele alınır. Yakıt vanası enerjilenir, motor çalışır.
- Motor belirli bir hıza ulaştıktan sonra alarm fonksiyonları devreye girer.
- Sistem stabil duruma geldikten sonra (nominal frekans ve gerilim) yük generatör üzerine bırakılır.
- Hız potansiyometresi ile frekans olması gereken değere ayarlanır
- Gerilim seviyesi gerilim potansiyometresi ile ayarlanır.

▪ Manuel durdurma

- Yük generatör üzerinden alınır.
- Soğutmadan sonra generatörü durdurmak için kontrol anahtarı 'STOP' konumuna alınır.
- Motor hızı düşük seviyeye potansiyometre ile çekilir. Düşük seviye 50Hz lik sistemlerde tam yükteki hızın %80' idir.
- Motor düşük seviyede iken makine yağ seviyesi kontrol edilir.
- 5 dakika soğutma modunda çalıştıktan sonra kontrol anahtarı 'OFF' konumuna alınır.

3.4.9 Kesici

Kesiciler, normal çalışma koşullarında elektriksel devreyi açma ve kapamaya yarayan üzerinden yüksek akım değerlerinin geçişine izin verecek şekilde tasarlanmış elektriksel anahtarlardır. Kesicilerin asıl fonksiyonu kısa devre yada aşırı akım gibi sisteme zarar verecek ani akım değişimlerinde koruma fonksiyonlarının devreye girerek devrenin açılmasını sağlamaktır. Sistemde kesicilerin seçimi nominal ve kısa devre akımlarının tayini ile yapılır.



Şekil 3.18: Kesici

3.4.10 Ayırıcı

Ayırıcılar, yük altında açma-kapama yapamazlar. Kontaklar açılmadan önce hattın enerjisi mutlaka kesilmelidir.

3.4.11 Motorlu Şalter

Tesislerde elektrik üretim noktalarının (trafo ve generatör) çıkışına ve elektrik dağıtım sistemindeki enerji tüketim noktalarının girişine kurulan kompakt şalterler, birtakım ek donanımlar ilave edilerek otomasyon sistemine entegre edilir.

Kompakt şalterler, çok yüksek akım sınırlama kapasiteleri sayesinde kısa devre akımları ortaya çıkar çıkmaz bastırır ve böylece kısa devrelerin genellikle yol açtığı yıpranmalardan tüm elektrik gereçlerini etkin biçimde korurlar.

Kompakt şalterlerin otomasyon sistemine entegre olabilmesi için ihtiyaç duyulan ek donanımlar şunlardır [9]:

- Şalterler, motor mekanizması ile donatıldıklarından uzaktan ya da otomatik olarak kumanda edilirler. Motor mekanizmalarının 50000 çalışma çevrimine kadar mekanik ve anma akımında 30000 işleyişe kadar da elektriksel dayanıklılığı vardır. 80 ms'nin altında olan kapama süresi sayesinde her türlü uygulamaya uygundur.
- Açtırma bobini bir anahtar ve bobinin seri bağlanmasıyla oluşturulur. Şalterin kontakları kapalı olduğunda anahtarda kapalıdır. Şalter üzerindeki STOP butonuna basılmasıyla yada uzaktan kontrolle rölenin aktif edilmesiyle bobin enerjilenir ve bobine bağlı açtırma mili şalteri açtırarak devre akımı kesilir. Şalter açıldığında seri anahtarda açılarak bobinin sürekli enerjili kalmasını ve yanmasını engeller. Şalteri tekrar devreye almak için yayın kurulması gereklidir. Bobinlerin yanıt süresi; açarken 500 ms'nin, kapatırken 80 ms'nin ve yayın kurulması ise 1000 ms'nin altındadır.
- Şalterlerin arıza ve çalışma durumlarını otomasyon sistemine dahil etmek için birtakım anahtarlar şaltere monte edilir. Bunlar;

- Şalterlere toprak-hata koruması eklemek için kaçak akım röleleri kullanılır. Toprak hatasından kaynaklanan açılmaların uzaktan izlenmesi için de SDV yardımcı anahtarı takılır.
- Şalter kontaklarının konumunu gösteren OF (açık/kapalı) anahtarı takılır.
- Şalterin aşırı yük, kısa devre, gerilim bobinin yada açtırma butonunun çalıştırılması gibi nedenlerle açılmış olduğunu göstermek için SD (açılma sinyali) veya SDE (hata sinyali) anahtara takılır.
- Şalterin uzaktan kumandası için şaltere gerilim bobini takılır. Bu bobindeki kontak gerilimi anma geriliminde %30'luk bir düşme olduğunda şalteri açtırır.

3.4.12 Transmitter

Transmitterler analog sinyal dönüştürücülerdir. Sahadaki algılayıcılardan topladıkları sinyalleri (sıcaklık, nem, basınç) endüstriyel otomasyonda standartlaşmış 4-20mA analog sinyal seviyesine dönüştürürler. Sistemde önemli lokasyonların sıcaklıklarını izlemek üzere Pt100 sıcaklık sensörleri ile transmitterler bulunmaktadır.

4. OTOMASYON PROJESİ

4.1 Giriş

Bu bölümde, projenin başlangıcından devreye alınışına kadar olan safhalar aşağıda incelenecektir.

4.2 Sistem Analizi

Otomasyon projesi en başta oluşturulacak sistemi tasarlayıp, analizini yaparak başlar. Bu safhada sistemi yöneten ve kontrol eden kişilerle beraber çalışılarak onlardan otomasyon sisteminden bekledikleri alınır, bu talepler değerlendirilerek en uygun çözüm ve senaryo hakkında anlaşılır. Sistemin ana hatlarıyla modeli ve bilgi alınacak, kontrol edilecek cihazların içinde bulunduğu ekipman listesi oluşturulur.

| | B | C |
|----|-------------|---------------------|
| 1 | Kodu | Tipi |
| 2 | | |
| 5 | UM11K03SXXX | Hücre |
| 6 | UM11K06SXXX | Hücre |
| 7 | UM02K26SXXX | Motorsuz salter |
| 8 | UM02K27SXXX | Motorsuz salter |
| 9 | UM07K03SXXX | Motorlu salter |
| 10 | UM07K04SXXX | Motorlu salter |
| 11 | UM02K18SXXX | Motorlu salter |
| 12 | UM01K68SXXX | Kompanzasyon Rolesi |
| 13 | UM01K69SXXX | Kompanzasyon Rolesi |
| 14 | UM11K02SXXX | SEPAM |
| 15 | UM11K05SXXX | SEPAM |
| 16 | UM02K17SXXX | PM810 |
| 17 | UM02K19SXXX | PM810 |
| 18 | UM02K21SXXX | PM810 |
| 19 | UM01K56SXXX | Generator |
| 20 | UM01K57SXXX | Generator |
| 21 | UM01K58SXXX | GCP31 |
| 22 | UM01K61SXXX | GCP31 |
| 23 | UM01K62SXXX | LS4 |
| 24 | UM01K63SXXX | LS4 |
| 25 | UM01K66SXXX | LS4 |
| 26 | UM01K01S036 | Transducer |
| 27 | UM01K26S036 | Transducer |
| 28 | UM01K52S036 | Transducer |
| 29 | UM01K53S036 | Transducer |

Şekil 4.1: Ekipman Listesi

4.3 Haberleşme Konfigürasyonunun Oluşturulması

Sahadaki cihazlar belirlendikten sonra bu cihazlardan nasıl bilgi toplanacağı yada bu cihazların nasıl kontrol edileceği saha yapısını da dikkate alarak şirket içinde tartışılarak uygun haberleşme konfigürasyonu ve bu konfigürasyonda kullanılacak temel taşlar (pano sayısı, haberleşme cihazları, haberleşme altyapısı, protokolleri) belirlenir.

4.4 Giriş/Çıkışların (I/O) Tespiti

Sistemin örnek tekhatı ve üzerinde sahadaki cihazlar çizilerek projeye genel bakış oluşturulur. Ekipman listesinden kaydedilmiş sahadaki ekipmanlardan PLC ye alınacak girişler yada gönderilecek çıkışlar belirlenir. Dijital kontakların (NO,NC) ve analog sinyallerin (0-20ma, 4-20ma, 0-10V) durumları da detaylandırılır. Bazı sinyallerin PLC ye alınması gerekemeyebilir (enerji analizörü analog bilgileri...). Bu sinyallerin girişi doğrudan haberleşme altyapısı ile SCADA bilgisayarına yapılır.

Ekipman listesine her sinyale ayrı bir kod verilmiş şekilde bunlar işlenir.

| | B | C | D | E | F | G |
|----|-------------|---------------------|-----|----|-----|----|
| 1 | Kodu | Tipi | DI | DO | AI | AO |
| 2 | | | 211 | 18 | 125 | 0 |
| 5 | UM11K03SXXX | Hücre | 4 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | UM11K06SXXX | Hücre | 4 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | UM02K26SXXX | Motorsuz salter | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | UM02K27SXXX | Motorsuz salter | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | UM07K03SXXX | Motorlu salter | 4 | 2 | 0 | 0 |
| 10 | UM07K04SXXX | Motorlu salter | 4 | 2 | 0 | 0 |
| 11 | UM02K18SXXX | Motorlu salter | 4 | 2 | 0 | 0 |
| 12 | UM01K68SXXX | Kompanzasyon Rolesi | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | UM01K69SXXX | Kompanzasyon Rolesi | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | UM11K02SXXX | SEPAM | 0 | 0 | 3 | 0 |
| 15 | UM11K05SXXX | SEPAM | 0 | 0 | 3 | 0 |
| 16 | UM02K17SXXX | PM810 | 0 | 0 | 17 | 0 |
| 17 | UM02K19SXXX | PM810 | 0 | 0 | 17 | 0 |
| 18 | UM02K21SXXX | PM810 | 0 | 0 | 17 | 0 |
| 19 | UM01K56SXXX | Generator | 5 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | UM01K57SXXX | Generator | 5 | 0 | 0 | 0 |
| 21 | UM01K58SXXX | GCP31 | 46 | 1 | 33 | 0 |
| 22 | UM01K61SXXX | GCP31 | 46 | 1 | 33 | 0 |
| 23 | UM01K62SXXX | LS4 | 4 | 2 | 0 | 0 |
| 24 | UM01K63SXXX | LS4 | 4 | 2 | 0 | 0 |
| 25 | UM01K66SXXX | LS4 | 4 | 2 | 0 | 0 |
| 26 | UM01K01S036 | Transducer | 0 | 0 | 0 | 0 |

Şekil 4.2: Ekipmanlar ve I/O Sayıları

| | A | B | C | D | E | F |
|---|-------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | Kodu | Tipi | DI | DO | AI | AO |
| 2 | U | Motorlu Şalter | 4 | 2 | 0 | 0 |
| 3 | UMXXKXXS032 | pozisyon | 1 | | | |
| 4 | UMXXKXXS033 | trip | 1 | | | |
| 5 | UMXXKXXS038 | oto/man secim | 1 | | | |
| 6 | UMXXKXXS079 | izin | 1 | | | |
| 7 | UMXXKXXS034 | acma | | 1 | | |
| 8 | UMXXKXXS035 | kapama | | 1 | | |

Şekil 4.3: Motorlu Şalter I\O

| | A | B | C | D | E | F |
|----|---------------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | Kodu | Tipi | DI | DO | AI | AO |
| 2 | U | PM810 | 0 | 0 | 17 | 0 |
| 3 | UMXXKXXS753 | I1 | | | 1 | |
| 4 | UMXXKXXS754 | I2 | | | 1 | |
| 5 | UMXXKXXS755 | I3 | | | 1 | |
| 6 | UMXXKXXS759 | U12 | | | 1 | |
| 7 | UMXXKXXS760 | U23 | | | 1 | |
| 8 | UMXXKXXS761 | U31 | | | 1 | |
| 9 | UMXXKXXS768_1 | F | | | 1 | |
| 10 | UMXXKXXS769_1 | COSPHI | | | 1 | |
| 11 | UMXXKXXS770 | KVAR | | | 1 | |
| 12 | UMXXKXXS771 | KW | | | 1 | |
| 13 | UMXXKXXS772 | KVA | | | 1 | |
| 14 | UMXXKXXS773_1 | KWH | | | 1 | |
| 15 | UMXXKXXS773_2 | KWH | | | 1 | |
| 16 | UMXXKXXS773_3 | KWH | | | 1 | |
| 17 | UMXXKXXS774_1 | KVARH | | | 1 | |
| 18 | UMXXKXXS774_2 | KVARH | | | 1 | |
| 19 | UMXXKXXS774_3 | KVARH | | | 1 | |

Şekil 4.4: Enerji Analizörü I\O

4.4.1 Dijital Girişler

Tablo 4.1' de PLC' ye alınan tüm dijital girişler açıklamalarıyla verilmiştir.

Tablo 4.1: Dijital Girişler ve Açıklamaları

| | |
|--------------------------------|---|
| TR_KOMPAZASYON_NORMAL | Kompanzasyon panosundan kompanzasyon rölesinin NA kontak ucundan alınır. 1=Kompanzasyon normal |
| TR_KOMPAZASYON_ARIZA | Kompanzasyon panosundan kompanzasyon rölesinin NK kontak ucundan alınır. 0=Kompanzasyon arıza |
| DUPS_BYPASS | DUPS bypass şalteri kapandığında aktif olur. 1=DUPS bypass şalteri kapalı |
| DUPS_İŞLETMEDE | Yük DUPS üzerinde ise aktif olur. 1=DUPS işletmede |
| DUPS_ARIZA | DUPS arızaya geçtiğinde aktif olur. 0=DUPS arıza |
| DUPS_BYPASS_ONAY_BUTONU | DUPS bypassa geçtikten sonra, arıza giderildiğinde yada işletmeye alındığında operatörler tarafından basılması gerekli DUPS' un hazır olduğunu bildiren butondur. 1=Onay butonuna basıldı |
| AYIRICI_POZ | OG hücrelerinden alınan ayırıcı pozisyonudur. 1=Ayırıcı kapalı |
| KESİCİ_OFF | OG hücrelerinden alınan kesici pozisyonudur. 1=Kesici açık |
| KESİCİ_ON | OG hücrelerinden alınan kesici pozisyonudur. 1=Kesici kapalı |
| KESİCİ_CH | OG hücrelerinden alınan kesici yay pozisyonudur. 1=Kesici yay kurulu |
| KESİCİ_SPM_TRIP | OG hücresi SEPAM koruma rölesinden alınan kesici sepam trip alarmıdır. 0=Alarm var |
| TAD2_1Q1_TRIP | TAD2 AG panosundan 1Q1 şalteri trip alarmıdır. 0=Alarm var |
| TAD2_1Q1_GKR | TAD2 AG panosundan 1Q1 şalteri giriş gerilimi durum bilgisidir. 1=Gerilim var |
| TAD2_1Q1_UZAK | TAD2 AG panosundan 1Q1 şalteri uzak/yakın kumanda bilgisidir. 1=Kumanda uzak |
| TAD2_1Q1_OFF | TAD2 AG panosundan 1Q1 şalteri pozisyon bilgisidir. 1=Şalter açık |
| TAD2_1Q1_ON | TAD2 AG panosundan 1Q1 şalteri pozisyon bilgisidir. 1=Şalter kapalı |
| SEB_VAR | LS4 cihazlarından PLC' ye alınan sinyaldir. 1=Şebeke var |
| TAD1_TAD2_KUPLAJ_İZİN_ANAHTARI | SYNC panosundan PLC'ye alınan sinyaldir. 1=İzin var |
| GEN_GENEL_ARIZA | GCP31 cihazından PLC' ye alınan sinyaldir. 1=Alarm var |
| GEN_SENKRONLANIYOR | GCP31 cihazından PLC' ye alınan sinyaldir. 1=Generatör şebekeye senkronlanıyor |
| GEN_OTOMATİKTE | GCP31 cihazından PLC' ye alınan sinyaldir. 1=GCP31 otomatik modda |
| GEN_GERİLİM_OK | GCP31 cihazından PLC' ye alınan sinyaldir. 1=GCP31 gerilim OK |
| GEN_START_VERİLDİ | GCP31 cihazından PLC' ye alınan sinyaldir. 1=GCP31 generatöre çıkış verdi |
| GEN_MOTOR_ARIZA | GCP31 cihazından PLC' ye alınan sinyaldir. GCP31 bu sinyali generatörün kontrol panosundan alır. 1=Generatör motor arıza var |

Tablo-4.1 devamıdır.

| | |
|------------------------------|---|
| GEN_DUSUK_AKU_GERİLİMİ | GCP31 cihazından PLC' ye alınan sinyaldir. GCP31 generatör akü redresörlerinin gerilimlerini kontrol eder ve daha önceden ayarlanmış değerin altına düştüğünde bu sinyali aktif eder. Generatörlerin çalışmaya başlaması için akü gerilimlerinin her zaman ayar değerinin üzerinde olması gerekir. 1=Generatör akü düşük gerilim |
| GEN_ACİL_STOP_BASILDI | SYNC panosundan alınan sinyal olup operatör tarafından panoda bulunan acil stop butonuna basıldığında aktif olacaktır. 0=Acil stop butonuna basıldı |
| GEN_KORUMA_AKTİF | GCP31 cihazından PLC' ye alınan sinyaldir. GCP31 generatörü kumanda ederken istenmeyen çalışma koşullarından generatörün zarar görmesini engellemek için bir dizi korumayı içinde barındırır. 1=GCP31 koruma aktif |
| GEN_ILERI_SENKRON_MODALI_CLS | SYNC panosundan alınan sinyaldir. 1=İleri senkron modda çalış |
| GEN_SENKRON_MODALI_CLS | SYNC panosundan alınan sinyaldir. 1=Senkron modda çalış |
| GEN_OTOMATİK_MODALI_CLS | SYNC panosundan alınan sinyaldir. 1=Otomatik modda çalış |

4.4.2 Dijital Çıkışlar

Tablo 4.2' de PLC' den sahaya gönderilen tüm dijital çıkışlar açıklamalarıyla verilmiştir.

4.4.3 Analog Girişler

Tablo 4.3' de sahadan toplanan tüm analog girişler açıklamalarıyla verilmiştir.

Tablo 4.2: Dijital Çıkışlar ve Açıklamaları

| | |
|------------------|---|
| TAD1_6Q1_ON_COM | TAD1 AG panosundan 6Q1 şalteri kapatma kumanda komutudur. 1=Şalter kapat |
| TAD1_6Q1_OFF_COM | TAD1 AG panosundan 6Q1 şalteri açma kumanda komutudur. 1=Şalter aç |
| GEN_GCP31_ENABLE | GCP31 cihazını yetkilendirme komutudur. 1=Yetki var |
| GEN_KORNA_AKTİF | SYNC panosunda bulunan kornayı enerjilendirmek için kullanılır. 1=Korna aktif et |
| GEN_FLAŞÖR_AKTİF | SYNC panosunda bulunan flaşörü enerjilendirmek için kullanılır. 1=Flaşör aktif et |
| TR_LS4_ENABLE | LS4 cihazını yetkilendirme komutudur. 1=Yetki var |

Tablo 4.3: Analog Girişler ve Açıklamaları

| | |
|-------------------|--|
| TAD1_1U1_GÜÇ | PLC içinde senaryoların işletilebilmesi için sahadan trafo, generatör anlık güçlerini gösteren analog verilerin alınması gereklidir. Haberleşme ile bu veriler alınabilir ancak haberleşme veri tazeleme süresi 1sn. Ve üzerinde olduğundan ve haberleşme hattının bozucu etkenlerden dolayı kesintiye uğraması nedenleriyle bu analog veriye güvenilmez. Bu yüzden analog güç transmitterleri ile güç değerleri 4-20mA akım seviyesine dönüştürülerek PLC içine alınır. |
| GEN_YAKIT_SEVİYE | Generatör yakıt seviyesi ana yakıt tankı üzerindeki transmitterlerden elde edilir. |
| TR_ODASI_SICAKLIK | Oda sıcaklıkları PT100 sensörlerinden transmitterler tarafından 4-20 mA akım seviyesine dönüştürülerek elde edilirler. |

4.5 PLC Konfigürasyonu

PLC konfigürasyonu modüllerin seçimi ve CPU seçimi olmak üzere iki başlık altında toplanır.

Modül seçiminde kriter I/O sayısıdır. PLC tarafından işlenecek girişler ve çıkışlar belirlendikten sonra girişler+%30yedek ve çıkışlar+%30yedek kuralına göre toplam I/O sayısı belirlenir ve bu sayıya uygun modüllerin seçimi yapılır.

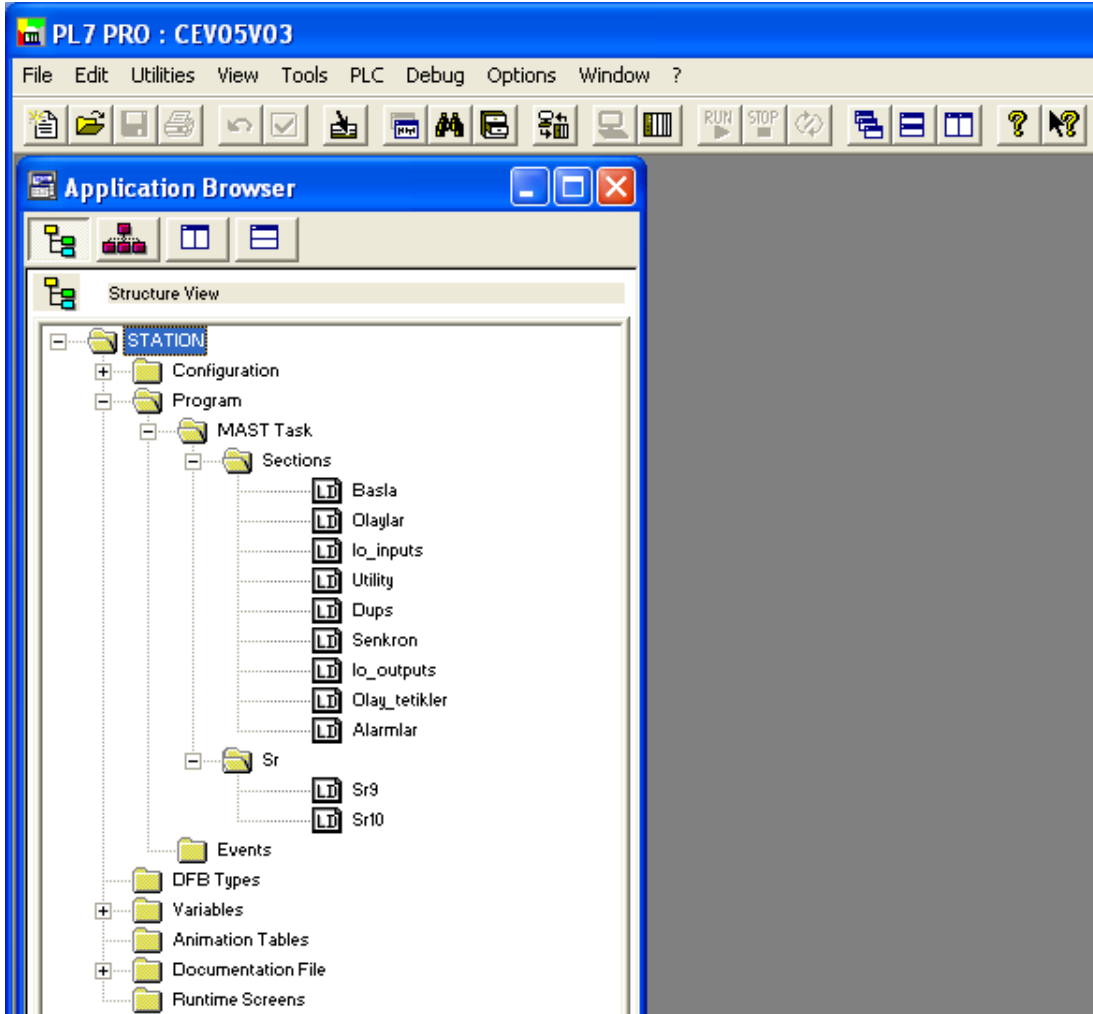
CPU seçiminde kriterler, modül sayısı ve I/O kapasitesi, yazılacak programın uzunluğu ve senaryonun kritikliğine göre PLC programının döngü zamanıdır.

4.6 Otomasyon Elektrik Projelerinin Oluşturulması ve Adreslerin Belirlenmesi

Otomasyon elektrik projesi oluşturulurken, pano tipi seçiminden başlanır. Pano tipi seçilirken müşterinin talepleri de dikkate alınır. Daha sonra pano ölçüleri belirlenerek kanal boyutları seçimi, kablo girişi seçimi yapılır. Otomasyon projelerinde her panoda kullandığımız temel ekipmanlar izolasyon trafosu 230VAC, güç kaynağı 230VAC-24VDC, kaçak akım sigortası, izolasyon röleleri ve klemens yerleşimleri oluşturulur. Kapakta kullanılacak cihaz varsa uygun şekilde yerleştirilir. PLC modüllerinden giriş ve çıkışlar klemenslere indirilir. Daha sonra saha projelerinden faydalanarak kablo listesi oluşturulur. Kablo listesinde sinyallerin fiziksel giriş ve çıkış noktaları gösterilir, arada kullanılacak kablo tipi ve uzunluğu da belirtilir. Gerekli bağlantıların yapılmasından sonra sinyaller PLC giriş kütüklerine atanmıştır.

4.7 PLC Programının Yazılması

PLC programı Telemecanique PLC ailesi için oluşturulmuş PL7pro derleyicisi üzerinde yazılmıştır. PLC programı kendi içinde parçalara ayrılmıştır, bu parçalara PLC de bölüm (section) adı verilir ve bir taramada hepsi sırasıyla işletilir. Bölümlerden (section) altprogramlar (subroutine) çağırılır.



Şekil 4.7: PL7Pro PLC derleyicisi programı ve oluşturulan bölümler

Yukarıdaki şekilden gözleneceği üzere yazılım 9 adet bölüm ve 2 adet altprogramdan oluşmaktadır. Bu kısımlardan bazıları temel yapılar olup her projede mevcuttur.

Bunlar;

- Basla

PLC ilk defa enerjilendikten sonra PLC deki bazı işlemlerin I/O' lar okunduktan sonra yapılması için gecikmelerin yapıldığı ve sıfırlanması gereken değerlerin sıfırlandığı bölümdür.

- Olaylar

Sistemle ilgili tanımlanmış olayların kuyruğa alınması ve SCADA' dan olay kuyruğu boş ise mevcut olay var ise gönderilmesi.

- IO inputs

Dijital ve analog girişlerin dahili kütüklere atılması.

- Utility

PLC ile ilgili sistem bilgileri (PLC pil durumu) ve güncellemelerin (SCADA PC saati ile pil saatinin eşitlenmesi) yapılması.

- IO Outputs

Tarama sonucu dahili kütüklerde saklı çıkışların mapa atılması oradan da dijital ve analog çıkışlara yazılması.

- Olay tetikler

Olay girişlerinin dahili kütüklere atandığı bölümdür.

- Alarmlar

Sistem ile ilgili operatörlerin uyarılması gereken alarmların incelendiği ve uyarı sistemine çıkış verilen bölüm.

DUPS ve senkron bölümleri otomasyon senaryoları bölümünde detaylı anlatılıp incelenecektir.

4.8 SCADA PC Arayüz Programının Yazılması

SCADA yazılımı da daha önce tasarlanmış sırada yazılır ve belli aşamaları mevcuttur:

- Haberleşme altyapısının kurulması

Daha önce belirlenen protokollerin sürücü yazılım (driver) projeye eklentisi yapılarak uç birimlerin slave adresleri işlenir.

- Kayıt tablosunun oluşturulması

PLC programından ve sahadan direk SCADA bilgisayarına gelecek olan sinyallerin tümü daha önce ekipman listesinden kayıt edilmiş kodlarla kayıt tablosuna (database) girilir. Alarm, olay yada trend tanımlaması yapılacak olanlar uygun hale getirilir.

- Animasyon sayfalarının oluşturulması

Sahadan toplanan bilgilerin son kullanıcıya basit, anlaşılır ve güncel şekilde ulaşmasını sağlamak için oluşturulan sayfalardır.

- Raporlamanın oluşturulması

Sistem devreye alınıp raporlama için gerekli verileri dbf kayıt tablosuna yazdıktan sonra Seagate Crystal Report editör aracılığıyla alarm, olay ve enerji raporlamaları yapılır.

4.9 Testlerin Ugulanması

Oluşturulan otomasyon projesinin güvenilirliğini ve işlenebilirliğini izlemek amaçlı birtakım testler yazılı halde oluşturulur. Testlerin oluşturulma amacı tüm dünyada kabul gören GAMP4 kurallarına uygun olarak hazırlanmaktadır.

Şu ana kadar incelenen tüm adımlar irdelenerek testler oluşturulur.

- FAT (Factory Acceptance Test – Fabrika Kabul Testi)

Otomasyon panosu tamamlandıktan sonra panonun projeye uygunluk kontrolünü amaç edinen testlerdir.

- IQ (Installation Qualification – Kurulum Uygunluğu)

Otomasyon panosunun sahaya sevkinden sonra panoya gerekli kablo bağlantılarının kontrolünü amaç edinir. Soğuk testler yapılarak PLC içindeki giriş ve çıkışlar ayrı ayrı denir.

- OQ (Operational Qualification – İşletme Uygunluğu)

IQ testleri tamamlandıktan sonra PLC senaryolarının kontrollerinin yapılacağı bu testlere geçilir.

4.10 Devreye Alma

Devreye alma IQ testlerinin başlamasından eğitimin verilip geçici kabul alınana kadar olan devreyi tanımlar. Bu süre zarfında PLC ve SCADA işletilmeye hazır hale getirilir.

5. OTOMASYON SENARYOLARI

5.1 Giriş

Senaryolar, PLC içine yazılmış program parçalarıdır. Sahadan tüm girişleri toplayan PLC senaryolar için gerekli girişlerin aktif olması halinde program parçasını işleterek sahadaki cihazlara kumanda çıkışlarını gönderir. Sistemdeki senaryolar senkronizasyon ve DUPS senaryoları olmak üzere iki ana başlık altında incelenecektir. Sahadan senaryoların bir dizi testi gerçekleştirilmiş ve merkezi bilgisayardaki tekhat şemalarındaki durumlar gözlenmiştir.

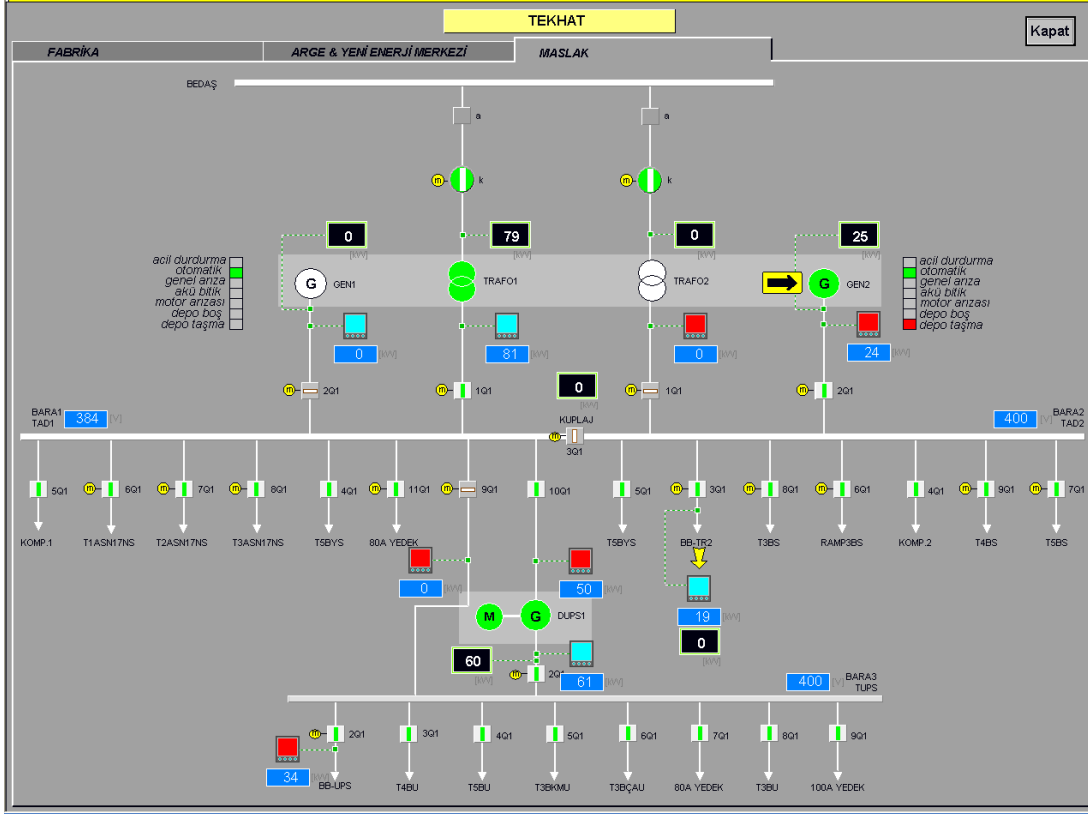
5.2 Senkronizasyon Senaryoları

PLC içinde yazılmış senkronizasyon senaryolarının işletilmesi SYNC panosu üzerindeki ‘mod seçim’ ve ‘kuplaj izin’ anahtarlarının konumlarıyla ilgilidir. Anahtarlar, yetkili operatörler tarafından kullanılır.

5.2.1 Senaryo1

Mod seçim anahtarı ‘otomatik’ ve kuplaj izin anahtarı ‘izin yok’ konumunda ise;

Sistemde iki ayrı bara vardır. Kuplaj motorlu şalteri kapatılamaz. Generatörler ancak şebeke kesintisi olduğunda kendi baralarını beslerler. Şebeke enerjisi tekrar geldiğinde üzerlerindeki yükü yumuşak olarak trafoya devrederek dururlar. Şekil 5.1 tekhat şeması elde edilmeden önce TR2 kesicisi manuel açtırılmış ve senaryonun işlemesi beklenmiştir. Generatör2 devreye otomatik olarak girerek TAD2 barasındaki tüm yükü üzerine almıştır.

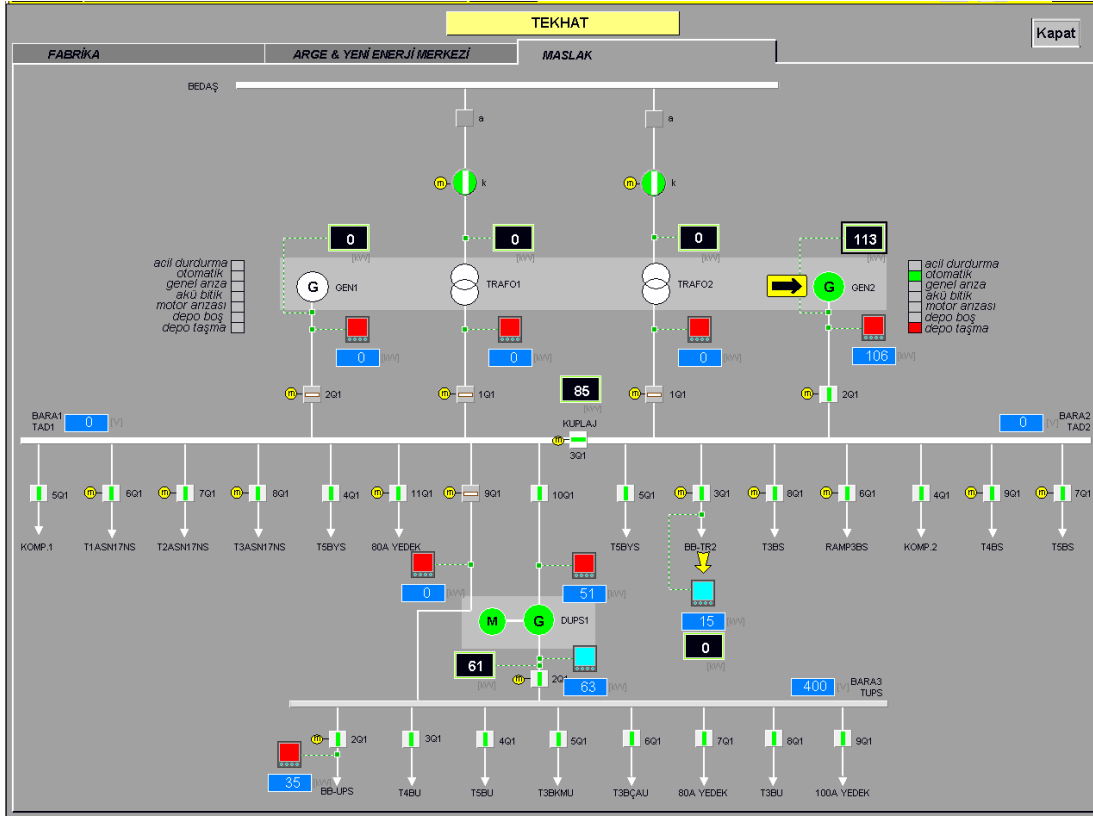


Şekil 5.1: Senaryo1 Tekhat Şeması

5.2.2 Senaryo2

Mod seçim anahtarı 'otomatik' ve kuplaj izin anahtarı 'izin var' konumunda ise;

Kuplaj motorlu şalteri kapatılabilir. Sistemde tek bara vardır. Generatörler ancak şebeke kesintisi olduğunda barayı beslerler. İlk olarak, önceliği olan generatör yükü üzerine alır ve diğeri ona senkron olduktan sonra tüm yükü beraber beslerler. Generatörler 5 dakika paralel çalıştıktan sonra çekilen yük daha önce PLC yazılımı içine ayarlanmış 'çift generatör yük ayar' değerinden büyük ise, iki generatörde çalışmaya devam eder. Yük 'tek generatör yük ayar' değerinin altına düşerse eşit yaşlandırma prensibine göre daha fazla çalışmış generatör devreden çıkarılır. Şekil 5.2 tekhat şeması elde edilmeden önce açık olan TR2 kesicisine ek olarak TR1 kesicisi de manuel açtırılmış, kuplaj şalterine de izin verilmiş ve senaryonun işlemesi beklenmiştir. Generatör1 de otomatik olarak çalıştırılmış generatör 2 ye senkron olarak kuplaj şalteri kapatılmıştır. 5 dakika sonunda generatör1 yükü bırakmış ve durmuştur.

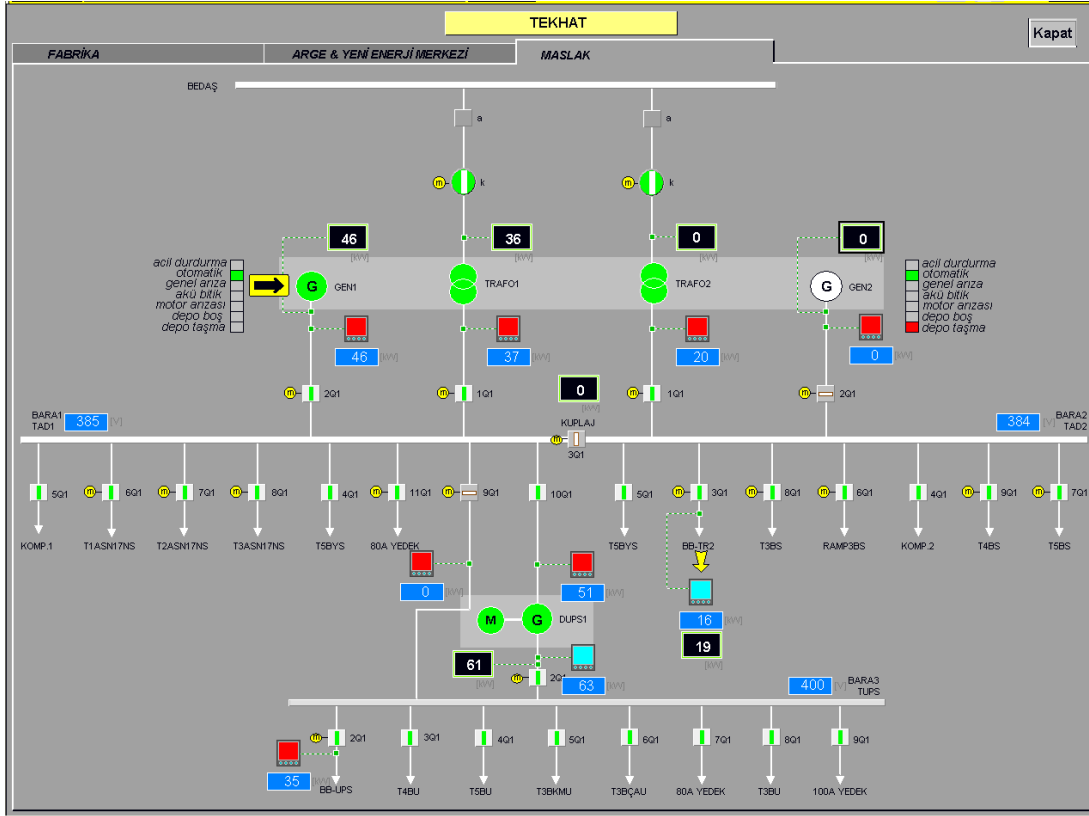


Şekil 5.2: Senaryo2 Tekhat Şeması

5.2.3 Senaryo3

Mod seçim anahtarı 'ileri senkron' konumunda ise;

Generatör şebeke ile paralel çalıştırılacaktır. Şebeke enerjisi olduğundan kuplaj anahtarı 'izin var' konumunda olsa bile kuplaj motorlu şalteri kapatılamaz. Generatörler daha önce senkronizasyon rölesinde ayarlanan temel güç (50kW) kadar yükü üzerine alırlar. Şekil 5.3 tekhat şeması elde edilmeden önce daha önce açılmış olan kesiciler kapatılmış ve TAD1 barası için ileri senkron mod operatör tarafından seçilmiştir. Generatör şebeke ile senkron olarak ayarlanan değer kadar yükü üzerine almıştır.



Şekil 5.3: Senaryo3 Tekhat Şeması

5.2.4 Senaryo4

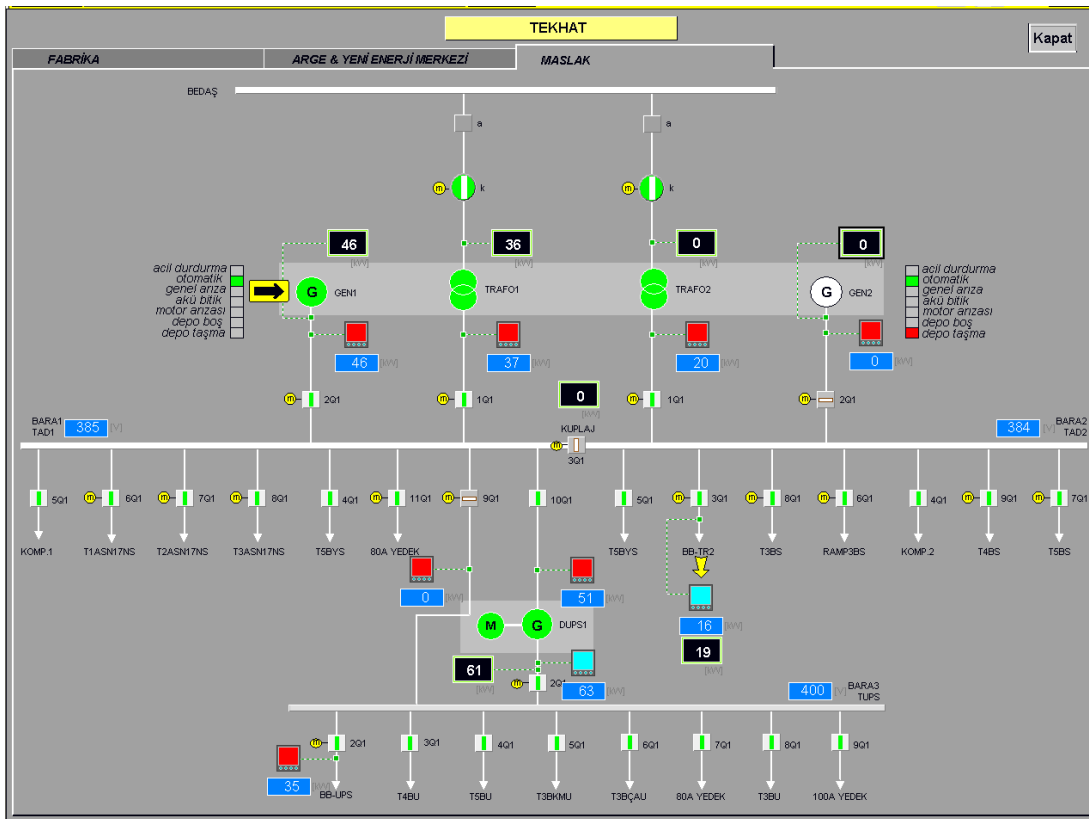
Mod seçim anahtarı 'senkron' ve kuplaj izin anahtarı 'izin yok' konumunda ise;

Senkron modda, şebeke enerjisi olmasına rağmen şebekeler devre dışı bırakılarak tüm yük generatörler üzerine aktarılır. Kuplaj motorlu şalteri kapatılamaz. TAD1 barasının mod seçim anahtarı 'senkron' moduna alınmıştır. Generatör tüm yükü üzerine alarak şebeke şalterini devre dışı bırakmıştır.

5.2.5 Senaryo5

Mod seçim anahtarı 'senkron' ve kupaaj izin anahtarı 'izin var' konumunda ise;

Generatörler çalıştırılıp, TR1 ve TR2 motorlu şalterleri devre dışı bırakıldıktan sonra generatörler senkron olup paralel çalışmaya başlarlar. Generatörlerde arıza olduğunda yada manuel durdurulduğunda duran generatörün şebeke şalteri devreye alınır. Şekil 5.5 tekhat şeması elde edilmeden önce TAD2 barası mod seçim anahtarı da 'senkron' moduna alınmıştır. TR2 şalteri de devreden çıkmış, generatörler senkron olarak tüm yükü beslemişlerdir. Daha sonra generatör2 ye ait GCP31 senkronizasyon rölesi üzerinden manuel mod seçilmiş ve 'STOP' butonuna basılarak generatör durdurulmuştur. Duran generatörün yerine generatör şebekeye senkron olduktan sonra TR2 şalteri devreye alınmıştır.



Şekil 5.4: Senaryo5 Tekhat Şeması

5.3 DUPS Senaryosu

PLC içindeki yazılmış DUPS senaryosunun işletilmesi DUPS den alınan DUPS işletmede, bypassta sinyalleri ile ilgilidir. DUPS normal şartlarda yükü üzerine alarak besler. Ancak arıza durumunda yada kendi operatör panelinden kumandayla yükü kendi içindeki bypass şalterinden geçirir yani devre dışıdır. DUPS in normal çalışma koşullarına getirilmesi için operatör müdahalesi gereklidir. Bu durumda PLC ye gelen DUPS işletmede sinyali kesilirken, DUPS bypassta sinyali aktif olur ve PLC içindeki DUPS senaryosu çalışmaya başlar.

DUPS bypassa geçtikten sonra 10 saniye beklenir. DUPS konumunu koruyorsa generatörü devreye almak için senkronizasyon senaryosuna çıkış gönderilir. 9Q1 motorlu şalteri kapatılır ve arkasından DUPS çıkış 1Q1 şalteri açılır ve DUPS bypass edilmiştir. Herhangi bir enerji kesintisinde yük generatör üzerinden kesintisiz beslenecektir.

DUPS' taki arıza giderilip operatörler tarafından işletmeye alınmasından sonra PLC ye DUPS devreye alma izin butonuna basılarak sinyal gönderilir. PLC DUPS işletmede sinyali aktif, bypassta sinyali pasif ise 1Q1 şalterini kapatır, 9Q1 şalterini açar ve generatörü durdurmak için senkronizasyona gitmekte olan sinyali keser.

Şekil 5.6 tekhat şeması elde edilmeden önce DUPS operatör tarafından manuel olarak bypassa alınmış ve senaryonun işlemesi beklenmiştir. PLC yukarıdaki senaryoyu işletmiş ve DUPS çıkış şalterini açarak generatör1 devreye alınmıştır. Operatör DUPS'i devreye almış ve daha sonrada SYNC panosu içindeki 'onay butonu' na basarak PLC' yi haberdar etmiştir. PLC sistemi tekrar olması gereken duruma getirmiştir.

Maslak Yönetim Merkezi Enerji SCADA Sistemi
Kritik Alarm ve Olaylar Raporu

| | | |
|----------|--------------|--|
| 03/05/08 | 21:56:58.999 | TRAFD-1 kompanzasyon ARIZA |
| 03/05/08 | 06:26:51.996 | TRAFD-2 kompanzasyon ARIZA |
| 03/05/08 | 18:49:57.443 | OG TR-2 kesici AÇIK |
| 03/05/08 | 18:49:57.468 | TRAFD-2 senkronizasyon rolesi YETKİLENDİRİLDİ |
| 03/05/08 | 18:49:57.484 | TAD2 panosu 1Q1 TRAFD-2 s alteri giriş gerilim YOK |
| 03/05/08 | 18:49:57.511 | TRAFD-1 kompanzasyon ARIZA |
| 03/05/08 | 18:49:59.323 | TAD2 panosu 1Q1 TRAFD-2 s alteri açmak komutu VERİLDİ |
| 03/05/08 | 18:49:59.360 | TAD2 panosu 1Q1 TRAFD-2 s alteri AÇIK |
| 03/05/08 | 18:49:59.856 | G2 senkronizasyon rolesi YETKİLENDİRİLDİ |
| 03/05/08 | 18:50:00.999 | G2 çalışma komutu VERİLDİ |
| 03/05/08 | 18:50:04.448 | G2 çalışma komutu VERİLDİ |
| 03/05/08 | 18:50:11.302 | |
| 03/05/08 | 18:50:14.883 | TAD2 panosu 2Q1 GEN-2 s alteri giriş gerilimi VAR |
| 03/05/08 | 18:50:15.336 | TAD1 panosu 2Q1 GEN-1 s alteri KAPALI |
| 03/05/08 | 18:51:03.144 | TRAFD-1 kompanzasyon ARIZA |
| 03/05/08 | 18:54:14.751 | OG TR-1 kesici AÇIK |
| 03/05/08 | 18:54:14.920 | Sebeke 1 YOK |
| 03/05/08 | 18:54:14.931 | TAD1 panosu 1Q1 TRAFD-1 s alteri giriş gerilimi VAR |
| 03/05/08 | 18:54:16.740 | TAD1 panosu 1Q1 TRAFD-1 s alteri açmak komutu VERİLDİ |
| 03/05/08 | 18:54:16.776 | TAD1 panosu 1Q1 TRAFD-1 s alteri 'acik' |
| 03/05/08 | 18:54:17.863 | G1 senkronizasyon rolesi YETKİLENDİRİLDİ |
| 03/05/08 | 18:54:18.999 | G1 çalışma komutu VERİLDİ |
| 03/05/08 | 18:54:22.160 | G1 çalışma komutu KESİLDİ |
| 03/05/08 | 18:54:32.448 | TAD1 panosu 2Q1 GEN-1 s alteri giriş gerilimi VAR |
| 03/05/08 | 18:54:33.090 | TAD1 panosu 2Q1 GEN-1 s alteri KAPALI |
| 03/05/08 | 18:55:37.940 | KUPLAJ izin |
| 03/05/08 | 18:55:37.940 | Kuplaj s alteri senkronizasyon rolesi YETKİLENDİRİLDİ |
| 03/05/08 | 18:56:08.524 | TAD1 panosu 3Q1 KUPLAJ s alteri açmak komutu VERİLDİ |
| 03/05/08 | 18:56:08.585 | TAD1 panosu 3Q1 KUPLAJ s alteri KAPALI |
| 03/05/08 | 19:01:05.571 | G1 senkronizasyon rolesi MANUELDE |
| 03/05/08 | 19:01:05.571 | G1 senkronizasyon rolesi YETKİ KALDIRILDI |
| 03/05/08 | 19:02:05.590 | TAD1 panosu 2Q1 GEN-1 s alteri açmak komutu VERİLDİ |
| 03/05/08 | 19:02:05.635 | TAD1 panosu 2Q1 GEN-1 s alteri AÇIK |
| 03/05/08 | 19:02:06.999 | TAD1 panosu 2Q1 GEN-1 s alteri giriş gerilimi YOK |
| 03/05/08 | 19:02:17.995 | TRAFD-2 kompanzasyon ARIZA |
| 03/05/08 | 19:03:14.100 | G1 senkronizasyon rolesi OTOMATİKTE |
| 03/05/08 | 19:03:16.868 | G1 senkronizasyon rolesi YETKİLENDİRİLDİ |
| 03/05/08 | 19:03:17.999 | G1 çalışma komutu VERİLDİ |
| 03/05/08 | 19:03:20.999 | G1 çalışma komutu KESİLDİ |
| 03/05/08 | 19:03:31.236 | TAD1 panosu 2Q1 GEN-1 s alteri giriş gerilimi VAR |
| 03/05/08 | 19:04:02.999 | TAD1 panosu 2Q1 GEN-1 s alteri KAPALI |
| 03/05/08 | 19:04:20.608 | KUPLAJ izin |
| 03/05/08 | 19:04:20.608 | Kuplaj s alteri senkronizasyon rolesi YETKİ KALDIRILDI |
| 03/05/08 | 19:04:22.479 | TAD1 panosu 3Q1 KUPLAJ s alteri AÇIK |
| 03/05/08 | 19:05:46.753 | OG TR-2 kesici KAPALI |
| 03/05/08 | 19:05:46.267 | Sebeke 2 VAR |
| 03/05/08 | 19:05:46.591 | TAD2 panosu 1Q1 TRAFD-2 s alteri giriş gerilim VAR |
| 03/05/08 | 19:05:51.427 | TAD2 panosu 1Q1 TRAFD-2 s alteri kapama komutu VERİLDİ |
| 03/05/08 | 19:05:51.476 | TAD2 panosu 1Q1 TRAFD-2 s alteri KAPALI |
| 03/05/08 | 19:05:58.323 | OG TR-1 kesici KAPALI |
| 03/05/08 | 19:05:58.751 | Sebeke 1 VAR |
| 03/05/08 | 19:05:58.964 | TAD1 panosu 1Q1 TRAFD-1 s alteri giriş gerilimi YOK |
| 03/05/08 | 19:06:06.276 | TAD1 panosu 1Q1 TRAFD-1 s alteri kapama komutu VERİLDİ |
| 03/05/08 | 19:06:06.319 | TAD1 panosu 1Q1 TRAFD-1 s alteri KAPALI |
| 03/05/08 | 19:06:17.999 | TRAFD-2 kompanzasyon ARIZA |
| 03/05/08 | 19:06:50.645 | G2 senkronizasyon rolesi YETKİ KALDIRILDI |
| 03/05/08 | 19:06:55.392 | TAD1 panosu 2Q1 GEN-1 s alteri açmak komutu VERİLDİ |
| 03/05/08 | 19:06:55.427 | TAD1 panosu 2Q1 GEN-1 s alteri AÇIK |
| 03/05/08 | 19:07:05.868 | G1 senkronizasyon rolesi YETKİ KALDIRILDI |
| 03/05/08 | 19:07:10.246 | TAD1 panosu 2Q1 GEN-1 s alteri açmak komutu VERİLDİ |
| 03/05/08 | 19:07:10.270 | TAD1 panosu 2Q1 GEN-1 s alteri AÇIK |
| 03/05/08 | 19:07:20.496 | TRAFD-2 kompanzasyon ARIZA |

Şekil 5.6: Rapor1

Maslak Yönetim Merkezi Enerji SCADA Sistemi
Kritik Alarm ve Olaylar Raporu

| | | |
|----------|--------------|--|
| 03/05/08 | 19:08:51.883 | |
| 03/05/08 | 19:08:56.436 | TRAFD-2 kompanzasyon ARIZA |
| 03/05/08 | 19:09:06.371 | TAD1 panosu 2Q1 GEN-1 s alteri giriş gerilimi YOK |
| 03/05/08 | 19:09:59.052 | TRAFD-2 kompanzasyon ARIZA |
| 03/05/08 | 19:10:17.565 | G1 ileri senkron çalışma SEÇİLDİ |
| 03/05/08 | 19:10:19.868 | G1 senkronizasyon rolesi YETKİLENDİRİLDİ |
| 03/05/08 | 19:10:20.776 | G1 çalışma komutu VERİLDİ |
| 03/05/08 | 19:10:24.016 | G1 çalışma komutu KESİLDİ |
| 03/05/08 | 19:10:29.436 | TRAFD-2 kompanzasyon ARIZA |
| 03/05/08 | 19:10:34.343 | TAD1 panosu 2Q1 GEN-1 s alteri giriş gerilimi VAR |
| 03/05/08 | 19:11:12.684 | TAD1 panosu 2Q1 GEN-1 s alteri KAPALI |
| 03/05/08 | 19:12:24.462 | G1 otomatikte SEÇİLDİ |
| 03/05/08 | 19:12:24.803 | G1 senkron çalışma SEÇİLDİ |
| 03/05/08 | 19:12:33.420 | TAD1 panosu 1Q1 TRAFD-1 s alteri açma komutu VERİLDİ |
| 03/05/08 | 19:12:33.466 | TAD1 panosu 1Q1 TRAFD-1 s alteri 'açık' |
| 03/05/08 | 19:14:13.148 | G2 senkron çalışma SEÇİLDİ |
| 03/05/08 | 19:14:15.868 | G2 senkronizasyon rolesi YETKİLENDİRİLDİ |
| 03/05/08 | 19:14:16.999 | G2 çalışma komutu VERİLDİ |
| 03/05/08 | 19:14:20.420 | G2 çalışma komutu VERİLDİ |
| 03/05/08 | 19:14:27.210 | |
| 03/05/08 | 19:14:30.816 | TAD2 panosu 2Q1 GEN-2 s alteri giriş gerilimi VAR |
| 03/05/08 | 19:14:46.460 | TAD1 panosu 2Q1 GEN-1 s alteri KAPALI |
| 03/05/08 | 19:14:49.860 | TRAFD-2 senkronizasyon rolesi YETKİLENDİRİLDİ |
| 03/05/08 | 19:14:51.584 | TAD2 panosu 1Q1 TRAFD-2 s alteri açma komutu VERİLDİ |
| 03/05/08 | 19:14:51.620 | TAD2 panosu 1Q1 TRAFD-2 s alteri AÇIK |
| 03/05/08 | 19:15:18.816 | KUPLAJ izin |
| 03/05/08 | 19:15:18.816 | Kuplaj s alteri senkronizasyon rolesi YETKİLENDİRİLDİ |
| 03/05/08 | 19:15:35.680 | TAD1 panosu 3Q1 KUPLAJ s alteri açma komutu VERİLDİ |
| 03/05/08 | 19:15:35.731 | TAD1 panosu 3Q1 KUPLAJ s alteri KAPALI |
| 03/05/08 | 19:17:08.880 | G2 senkronizasyon rolesi MANUELDE |
| 03/05/08 | 19:17:08.880 | G2 senkronizasyon rolesi YETKİ KALDIRILDI |
| 03/05/08 | 19:17:09.999 | TAD1 panosu 2Q1 GEN-1 s alteri açma komutu VERİLDİ |
| 03/05/08 | 19:17:10.011 | TAD1 panosu 2Q1 GEN-1 s alteri AÇIK |
| 03/05/08 | 19:17:11.511 | TAD2 panosu 2Q1 GEN-2 s alteri giriş gerilimi YOK |
| 03/05/08 | 19:17:12.033 | |
| 03/05/08 | 19:17:21.931 | TRAFD-1 kompanzasyon ARIZA |
| 03/05/08 | 19:17:27.436 | TAD2 panosu 1Q1 TRAFD-2 s alteri kapama komutu VERİLDİ |
| 03/05/08 | 19:17:27.484 | TAD2 panosu 1Q1 TRAFD-2 s alteri KAPALI |
| 03/05/08 | 19:17:47.100 | TRAFD-1 kompanzasyon ARIZA |
| 03/05/08 | 19:19:38.600 | G2 senkronizasyon rolesi OTOMATİKTE |
| 03/05/08 | 19:19:38.600 | G2 senkronizasyon rolesi YETKİLENDİRİLDİ |
| 03/05/08 | 19:19:39.764 | G2 çalışma komutu VERİLDİ |
| 03/05/08 | 19:19:43.052 | G2 çalışma komutu VERİLDİ |
| 03/05/08 | 19:19:43.168 | KUPLAJ izin |
| 03/05/08 | 19:19:43.168 | Kuplaj s alteri senkronizasyon rolesi YETKİ KALDIRILDI |
| 03/05/08 | 19:19:46.011 | TAD1 panosu 3Q1 KUPLAJ s alteri AÇIK |
| 03/05/08 | 19:19:50.007 | |
| 03/05/08 | 19:19:53.488 | TAD2 panosu 2Q1 GEN-2 s alteri giriş gerilimi VAR |
| 03/05/08 | 19:20:28.347 | TAD1 panosu 2Q1 GEN-1 s alteri KAPALI |
| 03/05/08 | 19:20:32.868 | TRAFD-2 senkronizasyon rolesi YETKİLENDİRİLDİ |
| 03/05/08 | 19:20:34.664 | TAD2 panosu 1Q1 TRAFD-2 s alteri açma komutu VERİLDİ |
| 03/05/08 | 19:20:34.696 | TAD2 panosu 1Q1 TRAFD-2 s alteri AÇIK |
| 03/05/08 | 19:21:35.024 | G1 otomatikte SEÇİLDİ |
| 03/05/08 | 19:21:36.339 | G2 otomatikte SEÇİLDİ |
| 03/05/08 | 19:21:47.994 | TAD1 panosu 1Q1 TRAFD-1 s alteri kapama komutu VERİLDİ |
| 03/05/08 | 19:21:47.999 | TAD1 panosu 1Q1 TRAFD-1 s alteri KAPALI |
| 03/05/08 | 19:22:47.860 | G1 senkronizasyon rolesi YETKİ KALDIRILDI |
| 03/05/08 | 19:22:52.309 | TAD1 panosu 2Q1 GEN-1 s alteri açma komutu VERİLDİ |
| 03/05/08 | 19:22:52.333 | TAD1 panosu 2Q1 GEN-1 s alteri AÇIK |
| 03/05/08 | 19:24:06.783 | TAD2 panosu 1Q1 TRAFD-2 s alteri kapama komutu VERİLDİ |
| 03/05/08 | 19:24:06.823 | TAD2 panosu 1Q1 TRAFD-2 s alteri KAPALI |
| 03/05/08 | 19:24:48.111 | TAD1 panosu 2Q1 GEN-1 s alteri giriş gerilimi YOK |
| 03/05/08 | 19:25:05.871 | G2 senkronizasyon rolesi YETKİ KALDIRILDI |

Şekil 5.7: Rapor2

6. SCADA PC ARAYÜZ YAZILIMI

Halen kullanılan SCADA yazılımının kullanımı ilişkin bilgilerin verileceği bölümdür. SCADA yazılımı olarak Afcon-Pcim paket yazılımı kullanılmıştır.

6.1 SCADA Yazılımı Sayfaları

SCADA PC arayüz sayfaları sistemi operatörlerin kullanımına en rahat anlaşılacak ve önemli detayları ortaya çıkaracak şekilde tasarlanmışlardır. Bu sayfalardan birkaçı aşağıda izlenebilir.

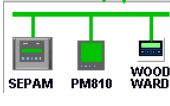



6.1.1 Kapak Sayfası

Bilgisayar açıldığında ekrana gelen sayfadır.



Şekil 6.1: Kapak Sayfası

Tablo 6.1: Sistem Sayfası İndikatörler

| | |
|---|---|
|  | kutusuna tıklayarak MOXA 6110 ve saha arasındaki haberleşme konfigürasyonunun gösterildiği haberleşme sayfalarına geçiş yapılır. |
|  | kutusuna tıklayarak senkronizasyon panosuna ait woodward cihazından generatörlere ait durum, alarm ve analog verilerin izlenebildiği woodward sayfalarına geçiş yapılır. |
|  | kutusuna tıklayarak sahadan var olan PT100 sıcaklık ve seviye sensörlerinden alınan verilerin izlenebildiği sıcaklık-yakıt seviye sayfasına geçiş yapılır. |
|  | kutusuna tıklayarak sistem tekhatının, şalterlere ait durum ve alarmların, PM800 ve SEPAM analizlerine ait analog verilerin izlenebildiği tekhat 1 sayfasına geçiş yapılır. |

6.1.3 Kilit Sayfası

Anasayfanın üst kısmında yer alan sarı renkli sayfadır. Bu sayfa daima en üst konumda yer alır ve arka plana düşmez. Arka planda birçok otomatik işlem (autoaction) yaptırılır. Sayfanın üzerinde kumanda butonları (sistem, bilgisayarı kapat), önemli alarm özetleri için indikatörler, değişik sayfalara geçiş sağlayan butonlar (alarm), tarih/zaman bilgileri yer almaktadır.

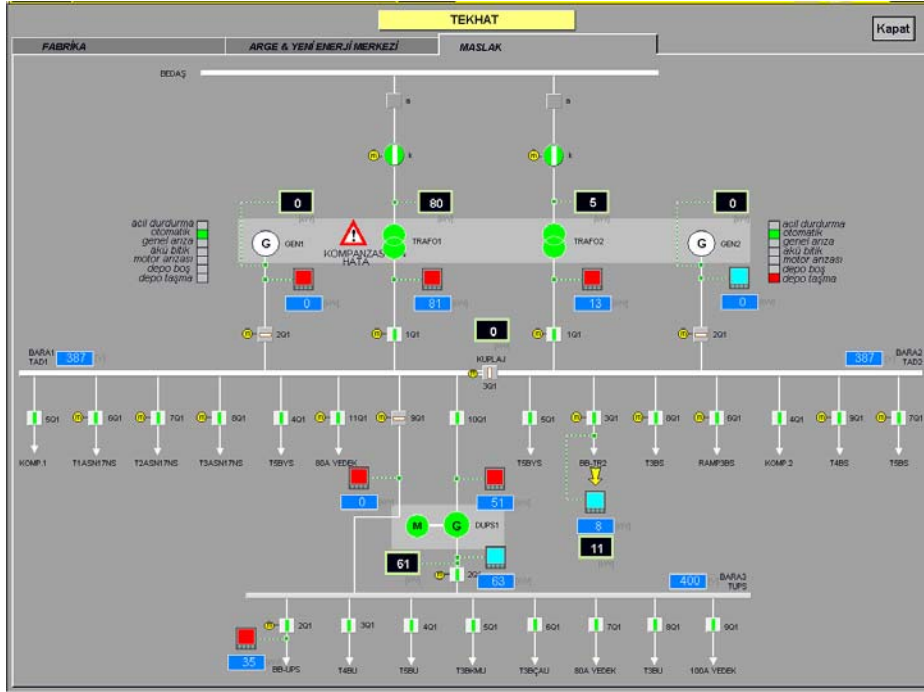


Şekil 6.3: Kilit Sayfası

SCADA programını tam olarak kontrol edebilmek için yetkili kullanıcı olmak gerekmektedir. Her yetkili kullanıcıya ait bir kullanıcı adı, kullanıcı şifresi ve şifre seviyesi bulunmaktadır. Her yetkili kendi yetki seviyesi kadar programı kullanabilmektedir. Tam yetkili olan kullanıcı bütün sayfaları kontrol etme ve parametrelerin sınırlarını verebilme yetkisine sahiptir. Daha alt yetki sınıflarında olan kullanıcılar ise parametre ayarı yapamazlar. Sistem kilitli iken sadece izleme yapılabilmektedirler.


6.1.4 Tekhat Sayfaları

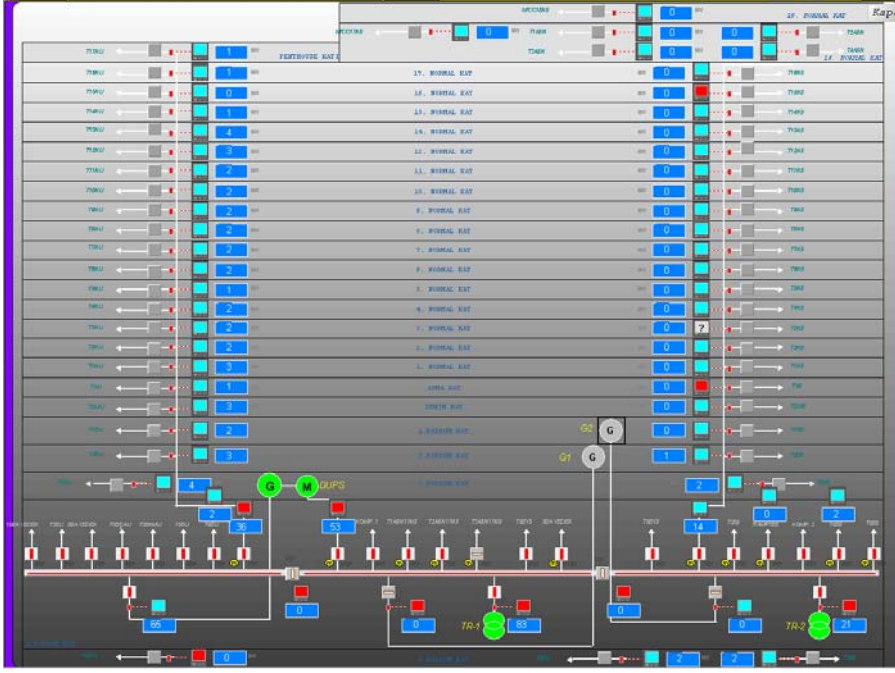
SCADA ekranında toplam 3 adet tekhat sayfası mevcuttur. 2'si Bahçeşehir fabrika ya ait diğeri ise Maslak plaza tekhatıdır.



Şekil 6.4: Maslak Plaza Tekhat Sayfası

Bu sayfada otomasyon sistemi için daha önemli olan ekipmanlar gösterilmiştir.

Tekhat sayfasında  butonuna tıklanarak katlardaki durumun izlendiği Şekil 6.2' de gösterilen sayfaya geçiş yapılır.





Şekil 6.5: Maslak Plaza Kat Sayfası

Tekhat sayfalarında görünen butonlar, dinamik-statik indikatörler ve izlenen/ayarlanabilen çalışma durumları;

- PM800 Enerji Analizörleri


Enerji analizörlerinin üzerine tıklanarak analizörün bulunduğu panoya ait anlık analog verilerin olduğu PM_810 veya PM_820 veri sayfası açılır. Analizör üzerinde kırmızı veya mavi renkli uyarı indikatörleri mevcuttur.



Tablo 6.2: PM800 Sayfası İndikatörler

| | |
|---|---------------------------------|
|  | Mavi renkli uyarı indikatörü |
|  | Kırmızı renkli uyarı indikatörü |

Her ikisi de yoksa analizör enerjisiz demektir. Mavi renk sorun olmadığını, kırmızı ise set edilen parametrelerin bazılarının range dışında kaldığını gösterir.

- Analog Değerler




Tekhat sayfalarında  olarak görülen indikatörler sahadan akım ve güç transducer lerinden alınan verileri gösterir. Bu indikatörün üzerine tıklanarak parametre ayar ve trend okuma işlemlerinin yapılabileceği parametre ve trend

sayfalarına geçilir.  Analog verileri okuyamama problemi olduğunda  indikatörü görünür.

- Generatörler

Generatörlerin üzerine tıklanarak generatöre ait anlık verilerin olduğu faceplate sayfası açılır. Generatör indikatörü çalışma durumuna göre gri veya kırmızı veya mavi renkli olur .



Tablo 6.3: Tekhat Sayfası Generatör İndikatörler

| | |
|---|---------------------------------|
|  | Gri renkli uyarı indikatörü |
|  | Yeşil renkli uyarı indikatörü |
|  | Kırmızı renkli uyarı indikatörü |

- Trafolar

Trafoların üzerine tıklanarak trafoya ait anlık verilerin olduğu faceplate sayfası açılır. Trafo indikatörü çalışma durumuna göre gri veya yeşil renkli olur.

Tablo 6.4: Tekhat Sayfası Trafo İndikatörler

| | |
|---|-------------------------------|
|  | Gri renkli uyarı indikatörü |
|  | Yeşil renkli uyarı indikatörü |

- OG Hücreleri

ARGE OG hücresindeki kesicinin pozisyonu izlenebilir. Kesici indikatörü çalışma durumuna göre renk ve konum değiştirerek gri veya kırmızı renkli olur.




Tablo 6.5: Tekhat Sayfası OG İndikatörler

| | |
|---|-------------------------------|
|  | Gri renkli uyarı indikatörü |
|  | Yeşil renkli uyarı indikatörü |

▪ AG Panoları

ADP panolarında var olan tüm motorlu-motorsuz şalterler tekhat sayfalarında kodları ile gösterilmiştir. Pozisyon bilgisi almadıklarımız olarak gösterilmiştir. Diğer şalterlerin indikatörü çalışma ve alarm durumuna göre renk ve konum değiştirerek gri veya yeşil renkli olur, tripe geçtiğini işaret eder.

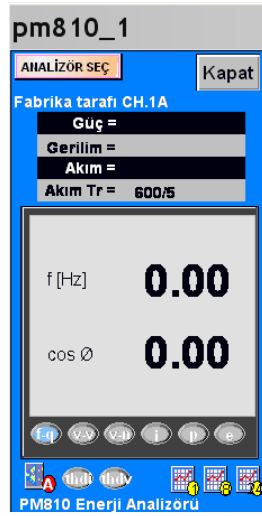
Tablo 6.6: Tekhat Sayfası AG İndikatörler

| | |
|---|---------------------------------|
|  | Gri renkli uyarı indikatörü |
|  | Yeşil renkli uyarı indikatörü |
|  | Kırmızı renkli uyarı indikatörü |

▪ Dinamik UPS






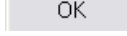
DUPS' lerin üzerine tıklanarak DUPS e ait anlık verilerin olduğu faceplate sayfası açılır. DUPS indikatörü çalışma durumuna göre gri veya kırmızı veya yeşil renkli olur

olarak birde akıma ait 3. harmonik değeri okunmaktadır. Üst taraftaki kısım hatta ait güç, gerilim, akım ve akım trafosu nominal değerlerini göstermektedir.



Şekil 6.7: Analizör Sayfası

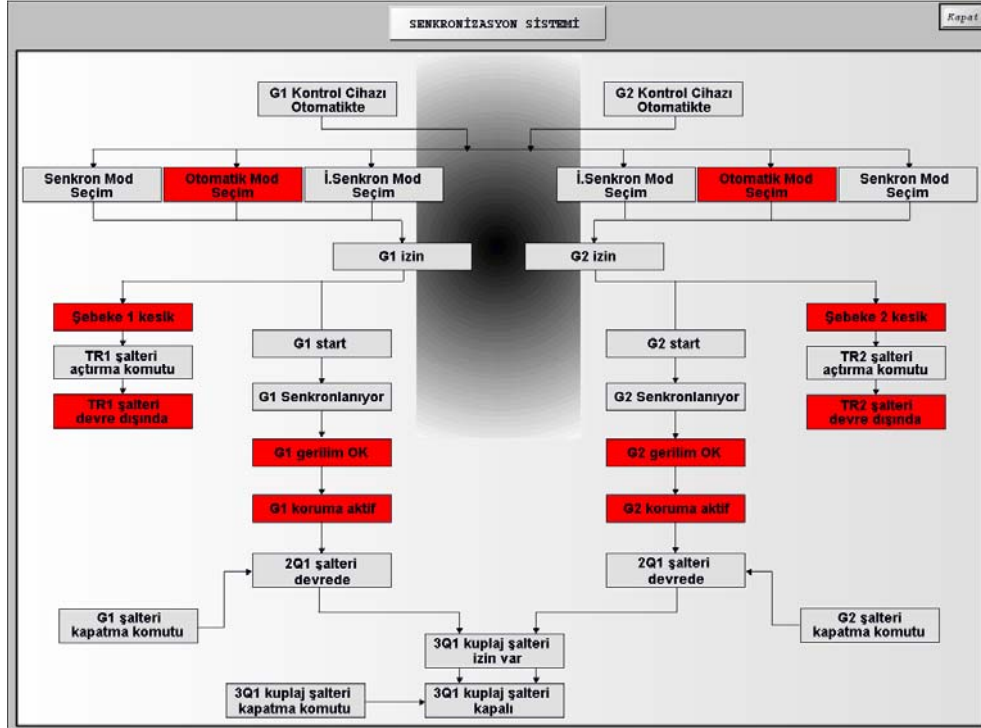
Tablo 6.8: Analizör Sayfası İndikatörler

| | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ■  | <p>butonlarına tıklanarak online parametre bilgilerine ulaşılır.</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> ■  | <p>butonlarına tıkladığında online izlemenin yanısıra değerlerin bar-graph olarak görülebildiği <i>bar-graph</i> sayfası da açılır.</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> ■  | <p>butonuna tıklanarak <i>parametre ayar</i> sayfasına geçiş yapılır. Butonun aktif olabilmesi için yetkilinin şifre ile sisteme girmesi gereklidir.</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> ■  | <p>butonlarından birine tıklanarak 1,8 ve 24 saatlik <i>trend</i> sayfalarına geçiş yapılır.</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> ■  | <p>butonuna tıklanarak diğer PM810 veya pm820 lere geçiş yapabilmek için <i>seçim</i> sayfası açılır seçeneklerden biri seçilerek  butonuna tıklanarak seçilen sepama ilişkin verilere geçilmiş olur.</p> |

6.1.7 Senaryo Sayfaları

Bu sayfaların yapılış amacı kullanıcının, sistemin ihtiyaçlarına göre oluşturulmuş senaryoları kolay ve hızlı biçimde takip etmesini sağlamaktır. SCADA da 1 adet

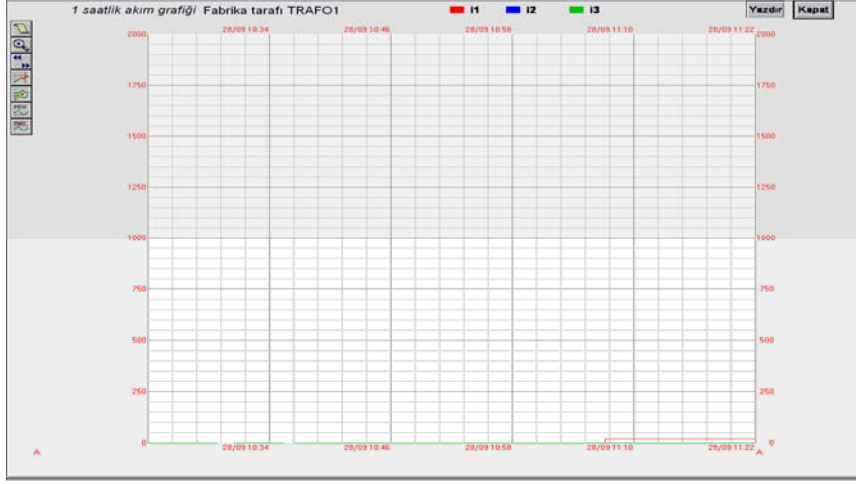
senaryo sayfası bulunmaktadır. Bu sayfalarda aktif buton yoktur sadece izleme yönelik oluşturulmuştur. Kutuların içinde yazan komut ve olaylar aktif olduğunda rengi kırmızı, pasif olduğunda ise rengi gri olacaktır.



Şekil 6.8: Senkronizasyon Sayfası

6.1.8 Trend Sayfaları

Tüm analog değerler için ayrı trendler mevcuttur. Trendler için 1 saatlik, 8 saatlik ve 24 saatlik olmak üzere üç seçenek sunulmuştur. Şekil 6.9' da fabrika tarafı trafo1 e ait son 1 saat içindeki değişimi görülmektedir. Tüm analog değerler için bu geçerlidir.



Şekil 6.9: Trend Sayfası

6.1.9 Parametre Ayar Sayfası

Tüm analog girişlerin üst ve alt alarm sınır değerleri parametre ayar sayfası ile belirlenir. Bu sayfalara işaretine tıklanarak ulaşılır ancak yetkili operator şifresi girilmelidir.

Fabrika tarafı TRAF02

ALARM SINIRLARI

| | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|---|
| bara 1 f-f gerilim [V] | bara 2 f-f gerilim [V] | akim [A] |
| alt -1 üst 400 | alt 61 üst 420 | alt -2 üst 3000 |
| aktif güç [kW] | reaktif güç [kVA] | görünür güç [kVA] |
| alt -1 üst 5000 | alt -5000 üst 5000 | alt -1 üst 5000 |
| akim H3 [A] | akim thd [%] | f-f gerilim thd [%] |
| üst 5.0 | üst 10.0 | üst <input style="width: 40px; text-align: center;" type="text" value="5"/> |
| cosfi | | |
| alt -0.05 | | |

Şekil 6.10: Parametre Ayar Sayfası

Şekilde görülen rakamların üstüne mouse ile tıklanır ve istenen değerler girilir. Kaydet butonuna basılarak girilen değerler saklanır ve sayfadan çıkılır.

6.1.10 Alarm Sayfası

Sistemde, standart alarm uygulamalarından daha gelişkin bir alarm modülü kullanılmaktadır. Kritik alarmlar ve olaylar yazılım içinde mevcut SER (Sequence of Event Recorder) fonksiyonu ile milisaniye etiketli kayıt altına alınırlar. Alarm ve olayların saatleri PLC tarafından SCADA yazılımına gönderilir. Alarm ve olaylar önem sıralarına göre dört kategoriye ayrılmışlardır ve kayıt edilirken bu sınıflama göz önüne alınır. Bunlar; önceliği 0 olan kritik alarm ve olaylar, 1 olan alarmlar, 2 olan analog parametre sanal alarmları ve 3 olan olaylardır.

| Category | Class | Pri... | Description | Value | Start Time | End Time |
|------------|-------|--------|--|-------|----------------------|----------|
| Category 2 | Alarm | 2 | AR&GE tarafı GEN PM800 analizoru faz2 akımı | 0.00 | 13-Oct, 12:38:51.000 | |
| Category 2 | Alarm | 2 | AR&GE tarafı GEN PM800 analizoru faz3 akımı | 0.00 | 13-Oct, 12:38:51.000 | |
| Category 2 | Alarm | 2 | AR&GE tarafı GEN PM800 analizoru faz1 akımı | 0.00 | 13-Oct, 12:38:50.000 | |
| Category 2 | Alarm | 2 | AR&GE tarafı SEBBKE PM800 analizoru faz3 akımı | 0.00 | 13-Oct, 12:23:20.000 | |
| Category 2 | Alarm | 2 | AR&GE tarafı SEBBKE PM800 analizoru faz2 akımı | 0.00 | 13-Oct, 12:23:19.000 | |
| Category 2 | Alarm | 2 | AR&GE tarafı SEBBKE PM800 analizoru faz1 akımı | 0.00 | 13-Oct, 12:21:29.000 | |
| Category 2 | Alarm | 2 | ARGE tarafı LPS PM800 analizoru faz2 akımı | 0.00 | 13-Oct, 12:21:29.000 | |
| Category 2 | Alarm | 2 | ARGE tarafı LPS PM800 analizoru aktif gucu | 0.00 | 13-Oct, 10:18:56.000 | |
| Category 2 | Alarm | 2 | ARGE tarafı LPS PM800 analizoru gorusur gucu | 0.00 | 13-Oct, 10:18:54.000 | |
| Category 2 | Alarm | 2 | ARGE tarafı LPS PM800 analizoru faz1 akımı | 0.00 | 13-Oct, 10:14:53.000 | |

Şekil 6.11: Alarm Sayfası

6.1.11 Rapor Sayfaları

Raporlar, alarm ve enerji raporları temel alınarak iki bölümde incelenmiştir. Raporların oluşturulmasında Seagate Cyrstal Report programı kullanılmıştır.

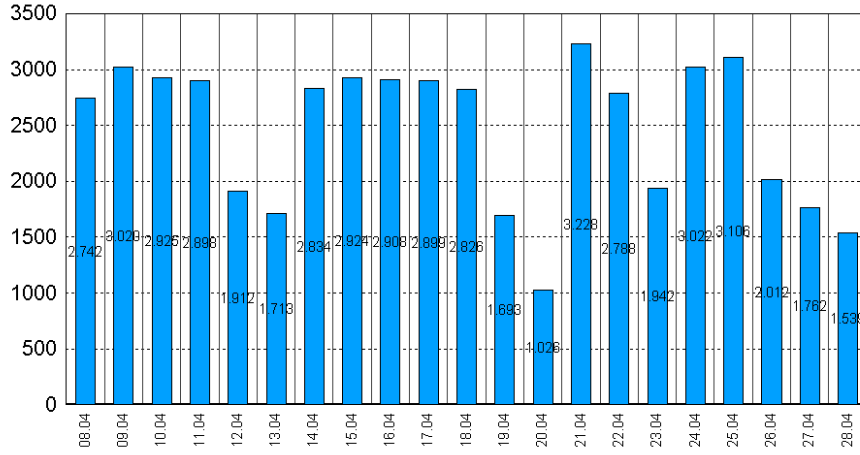
Şekil 6.12 ve 6.13' te alarm rapor geçiş sayfası görülmektedir. İki tarih girilerek aradaki olan alarm ve olaylar izlenir.

Şekil 6.12: Alarm Rapor Geçiş Sayfası

Şekil 6.13: Enerji Rapor Geçiş Sayfası

Şekil 6.14 ve 6.15 ve 6.16' da enerji rapor sayfaları görülmektedir. Enerji raporları bar veya text raporlarıdır. Transformatör, generatör ve katların enerji tüketim değerleri kayıt altındadır. Her saat başı örnekleme değerleri analizörlerden elde edilir.

MASLAK TRAF0 1



03.05.2008

Şekil 6.14: Aylık Rapor

| | Fabrika TR1 | Fabrika TR2 | Arge TR | YEM TR | MASLAK TR1 | MASLAK TR2 |
|-------|-------------|-------------|---------|--------|------------|------------|
| 00.00 | | | | | | |
| 01.00 | 765 | 459 | 320 | 7 | 80 | 18 |
| 02.00 | 766 | 450 | 319 | 9 | 80 | 18 |
| 03.00 | 764 | 452 | 345 | 8 | 80 | 17 |
| 04.00 | 776 | 458 | 317 | 7 | 79 | 17 |
| 05.00 | 775 | 460 | 314 | 8 | 77 | 17 |
| 06.00 | 769 | 446 | 314 | 9 | 79 | 18 |
| 07.00 | 784 | 450 | 324 | 7 | 71 | 19 |
| 08.00 | 814 | 465 | 329 | 9 | 65 | 18 |
| 09.00 | 806 | 452 | 324 | 7 | 65 | 21 |
| 10.00 | 801 | 462 | 323 | 8 | 67 | 19 |
| 11.00 | 813 | 481 | 318 | 8 | 67 | 18 |
| 12.00 | 818 | 466 | 329 | 30 | 65 | 18 |
| 13.00 | 845 | 469 | 368 | 17 | 68 | 18 |
| 14.00 | 827 | 468 | 316 | 8 | 67 | 18 |
| 15.00 | 829 | 476 | 306 | 8 | 66 | 17 |
| 16.00 | 837 | 478 | 302 | 8 | 69 | 18 |
| 17.00 | 804 | 457 | 311 | 7 | 71 | 17 |
| 18.00 | 786 | 452 | 314 | 8 | 69 | 16 |
| 19.00 | 805 | 466 | 322 | 15 | 69 | 17 |
| 20.00 | 841 | 497 | 300 | 16 | 69 | 17 |
| 21.00 | 781 | 468 | 316 | 8 | 80 | 17 |
| 22.00 | 833 | 509 | 314 | 8 | 86 | 17 |
| 23.00 | 1,034 | 542 | 308 | 8 | 91 | 16 |

03.05.2008

Şekil 6.15: Günlük Rapor

| | |
|-------------------|-----------|
| Fabrika TR1 [kWh] | 515,381 |
| Fabrika TR2 [kWh] | 317,018 |
| ARGE TR [kWh] | 186,124 |
| YEM TR [kWh] | 1,191,460 |

| | |
|------------------|-------|
| Fabrika G1 [kWh] | 3,608 |
| Fabrika G2 [kWh] | 3,631 |
| ARGE G [kWh] | 1,901 |
| YEM G [kWh] | 1,814 |

| | |
|------------------|--------|
| Maslak TR1 [kWh] | 51,719 |
| Maslak TR2 [kWh] | 45,364 |

| | |
|-----------------|-----|
| Maslak G1 [kWh] | 411 |
| Maslak G2 [kWh] | 492 |

03.05.2008

Şekil 6.16: Aylık Toplam Rapor

7. SONUÇLAR

Bu sistem ile kontrol altında tutulan ve izlenen bir elektrik dağıtım sisteminin tüketiciye sağladığı en büyük kazanç, mevcut enerjinin en tasarruflu şekilde kullanılması, can ve mal güvenliği açısından riskleri de ortadan kaldırmasıdır. Bunun dışında sistemin avantajları şu şekilde sıralanabilir:

- Enerji parametreleri sürekli izlenebildiğinden enerji sarfiyatı sürekli kontrol altındadır.
- Sistemdeki tüm ekipmanların arıza durumları merkezi bilgisayardan izlenebildiğinden arızaya zaman kaybetmeden müdahale edilir.
- Oluşturulmuş senaryoya göre çalışan otomasyon sistemi saha ekipmanlarını hatasız kumanda edeceğinden insan müdahalesi gerektiren sistemlere göre çok daha güvenilir ve tehlikesiz olacaktır.
- Sisteme ait parametrelerin anlık takibi yanında geçmişe dönük değerlere de ulaşmak mümkündür. Böylece tüm sistemin performansı hakkında bilgi sahibi olunur ve gerekli tedbirlerin zamanında alınmasına olanak sağlar.

KAYNAKLAR

- [1] **Kurtulan, S.**, 2001. PLC ile Endüstriyel Otomasyon, Birsen Yayınevi Ltd Şti., İstanbul.
- [2] **Bailey, D.** 2005. Practical Scada for Industry, Bileşim Yayınevi, İstanbul.
- [3] <http://www.mtuncel.com/ethernet.htm> (Ocak2007)
- [4] **Saadat, H.**1999. Power System Analysis, McGraw-Hill, Singapore
- [5] **Woodward**, 2007. GCP-30 Series Genset Control Function/Operation Manual, Woodward, Stuttgart.
- [6] **Woodward**, 2007. LS4 Circuit Breaker Control Manual, Woodward, Stuttgart.
- [7] **Caterpillar**, 2004. Operation and Maintenance Manual.
- [8] **Demirören, A., Zeynelgil, L.**, 2004. Elektrik Enerji Sistemlerinin Kararlılığı, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- [9] **Merlin Gerin**, 2005. Compact NS Genel Kataloğu, Schneider Elektrik, İstanbul.

ÖZGEÇMİŞ

Eryetiş Yaman 1982 yılında İstanbul' da doğdu. Orta Öğrenimini 2000 yılında Sakıp Sabancı Anadolu Lisesi' nde tamamladı. 2005 yılında İTÜ Elektrik Mühendisi diploması aldı. Ara vermeden Elektrik Mühendisliği yüksek lisans programına başladı. 2005 yılında otomasyon sektöründe faaliyet gösteren Üçgen Otomasyon kadrosuna katıldı. Halen aynı firmada otomasyon ve SCADA projeleri gerçekleştirmektedir.