

Conversion of the manual generator to the automatic generator and its remote monitoring

 Nihat DALDAL^{1,*} İbrahim ŞEREMET²
^{1,2}Bolu Abant İzzet Baysal University, Department of Electrical Electronics Engineering, 06374, Golkoy/BOLU

Graphical/Tabular Abstract

Article Info:

Received: 29/06/2019

Revision: 25/08/2019

Accepted: 29/08/2019

Highlights

- Generator Conservation
- Generator Automatic Start
- Generator Remote monitoring

Keywords

Generator, Manual Generator, Automatic Generator, Remote Monitoring

In this study, the conversion of manually worked low power generators to automatic generators at low cost was realized, and remote monitoring of the generators and information in the network has been provided. The system is primarily designed to automate manual operation, and a microcontroller-based control system is developed for this purpose. Thus, automatic generator installation has been carried out at cheaper cost. In the other stage of the study, data is sent to the internet by communicating with the system board with ENC2860J ethernet module microcontroller in order to monitor voltage and frequency values on the network and generator remotely.

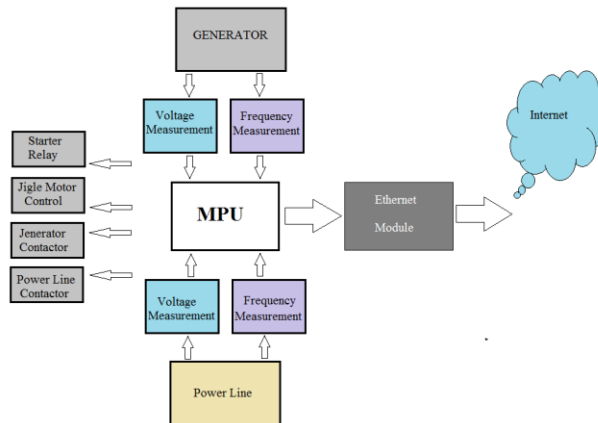


Figure A. The block scheme of the system

Purpose: In this study, a system was designed and implemented so that a manually operated generator could be operated automatically in the event of power outages. In addition, the generator data was monitored remotely.

Theory and Methods: In this study, the structure of the manual generator was examined first. The structure needed to run automatically has been laid out. For this reason, the power line voltage is continuously monitored and automatic operation steps are applied in case of power failure. In addition, according to the state of the power line, continuous transfer between the generator and the network is provided.

Results: As a result of the study, at a cheaper cost than very high-priced automatic generators, the manual generator was activated in the range of about 7-10 seconds in a power failure and its data was monitored remotely. The system was successfully installed and tested in a business.

Conclusion: In this study, the integration of the 5kW manual generator into the power grid was successfully designed. At a very low cost, the system was installed and tested, which automatically activated in the event of power failure and which monitored the generator data remotely. By increasing the type of data in remote monitoring, possible failures can be taken in advance.



Manuel Jeneratörün Otomatik Jeneratöre Dönüştürülmesi ve uzaktan İzleme

Nihat DALDAL^{1,*} İbrahim ŞEREMET²

^{1,2}Bolu Abant İzzet Baysal University, Department of Electrical Electronics Engineering, 06374, Golkoy/BOLU

Öz

Enerji kesintisinde enerji devamlılığının sağlanması bakımından jeneratörler günümüzde çok kullanılan en önemli aygıtlardan biridir. Jeneratörler manuel olarak çalıştırılabildiği gibi, şebeke gerilimi kesildiği anda otomatik olarak devreye giren türleri de mevcuttur. Kesinti durumlarında enerji ihtiyacının acilen karşılanması için jeneratörlerin otomatik olarak devreye girmesi önemlidir ancak manuel çalıştırılan jeneratörlere göre bu tür jeneratör fiyatları oldukça yüksektir.

Bu çalışmada manuel olarak çalıştırılan düşük güçlü jeneratörlerin düşük maliyetle otomatik çalışır jeneratöre dönüştürülmesi gerçekleştirilmiş ve jeneratörler ve şebekedeki bilgilerin uzaktan izlenmesi sağlanmıştır. Sistemde öncelikle manuel çalışmayı otomatikleştirecek yapı anlatılmış ve bunun için mikrodenetleyici tabanlı kontrol sistemi geliştirilmiştir. Böylelikle daha ucuz maliyette otomatik jeneratör kurulumu gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın diğer aşamasında ise şebeke ve jeneratör üzerindeki gerilim ve frekans değerlerini uzaktan izleyebilmek için ENC2860J ethernet modülü mikrodenetleyicili sistem kartı ile haberleştirilerek verilerin internet ortamına gönderimi sağlanmıştır. Uzaktan bu değerleri takip edebilmek için modem üzerinde alınacak olan IP adresi ile yerel ağda bilgilerin izlenmesi gerçekleştirilmiş daha sonra Mathswork'un entegrasyonu olan ThingSpeak adı verilen bir internet sitesinde kullanıcı hesabı oluşturularak jeneratör ve şebeke değerlerini uzaktan izleme gerçekleştirilmiş ve başarılı bir şekilde uygulanmıştır.

Conversion of the manual generator to the automatic generator and its remote monitoring

Abstract

Generators are one of the most important devices used today in terms of ensuring energy continuity in the power outage. Generators can be manually operated, as well as automatically activated types are available as soon as the network voltage is breakdown. It is important that generators are automatically activated to meet the energy needs urgently in case of interruption, but according to manually operated generators such generator prices are quite high. In this study, the conversion of manually worked low power generators to automatic generators at low cost was realized and remote monitoring of the generators and information in the network has been provided. The system is primarily designed to automate manual operation and a microcontroller-based control system is developed for this purpose. Thus, automatic generator installation has been carried out at cheaper cost. In the other stage of the study, data is sent to the internet by communicating with the system board with ENC2860J ethernet module microcontroller in order to monitor voltage and frequency values on the network and generator remotely. In order to remotely monitor these values, the IP address to be received on the modem and the information on the local network were monitored, then a user account was created on a website called ThingSpeak, which is the integration of Mathswork, and remote monitoring of the generator and network values has been carried out and successfully implemented.

Makale Bilgisi

Başvuru: 29/06/2019

Düzeltilme: 25/08/2019

Kabul: 29/08/2019

Anahtar Kelimeler

Jeneratör, Manuel
Jeneratör, Otomatik
Jeneratör, Uzaktan İzleme

Keywords

Generator, Manual
Generator, Automatic
Generator, Remote
Monitoring

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Gelişen dünyada elektrik insanlar için vazgeçilmez bir unsur olmuştur. Elektrik dağıtımı ve kullanımı sırasında yaşanan problemler nedeniyle insanların elektriğe olan ihtiyacını devam ettirebilmek için jeneratörlere olan ihtiyaç artmıştır. Konutlarda, iş yerlerinde, fabrikalarda enerji devamlılığının sağlanabilmesi için ihtiyaç duyulan enerji değeri hesaplanarak farklı güç ve tipte otomatik jeneratörler seçime bağlı olarak üretilmektedir. Seçilen bu jeneratörlerin kullanımı süreleri parametre değerleri, arıza detayları, bakım periyotlarını uzaktan izlemek kullanıcıya maliyeti arttırmaktadır [1-2].

Özellikle de jeneratör fiyat kıyaslaması yapıldığında manuel yani enerji kesintisinde kullanıcı tarafından devreye alınan jeneratörler yaklaşık 5000-10000 TL aralığında fiyatlandırma yapılırken, enerji kesintisinde kullanıcıdan bağımsız ,otomatik olarak devreye giren jeneratör fiyatları 30.000-50.000 TL aralığında değişmektedir [3]. Kullanıcının müdahalesi olmaksızın düşük maliyetle temin edilen bir jeneratörün enerji kesintisinde otomatik olarak devreye girmesini sağlamak çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

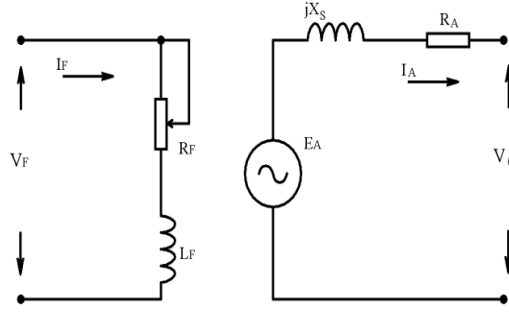
Jeneratörler üzerine yapılan az sayıdaki çalışmalarda;

Gaby Abou Haidar ve Roger Achkar vd. (2014), Jeneratörlerdeki değişkenlerin yağ, sıcaklık, gerilim ve akım günlük olarak izlenerek kontrol edilmesini sağlamaktadır. Bu çalışmada akıllı telefon işletim sistemi olan android tabanlı yazılım kullanılarak elektrik jeneratörlerini kablosuz olarak uzaktan izlemeyi amaçlamaktadır [2]. Piotr Podsiadly ve Bartłomiej Swiercz, Slawomir Wróblewski vd.(2009), Güç jeneratörlerinin durumunun uzaktan izlenmesi için mobil uygulama geliştirmişlerdir. Bu uygulama Symbian OS tabanlı cep telefonları üzerinde Python yazılım dili kullanılarak geliştirilmektedir. Jeneratörlerin durumlarının ne olduğunu bulmak için önce sensörler aracılığı ile titreşimler ölçülmekte ve makinenin durumuna ilişkin göstergeler hesaplanmaktadır [3]. Richard A. Evans, (1990) Senkron bir jeneratörü bir elektrik sistemine senkronize etmede kritik delta faz açısı, delta frekansı, delta gerilim büyüklüğü gibi parametreler mevcuttur. Bu üç kritik parametre için manuel/otomatik senkronizasyon devre tasarlanmıştır. Hem manuel hem de otomatik devreler için koruma devresi ile beraber tasarlanmıştır [4]. Ayrıca Senkron jeneratörlerin benzetimi, modeli, kontrolü, paralel bağlanması ve parametrelerinin bulunması ile ilgili olarak literatürde çeşitli çalışmalar yayınlanmıştır [5-9].

Bu çalışmada manuel çalışan jeneratörlerin otomatik jeneratöre çevrilmesi ve üzerindeki gerilim ve frekans değerlerinin uzaktan takip edilmesi sağlanmıştır. Yapılan çalışmalarda genellikle jeneratörlerin üzerindeki gerilim ve diğer parametrelerin uzaktan izlenmesi ve kontrol edilmesi irdelenmiştir. Manuel jeneratörlerin fiyatlarının otomatik jeneratörlere göre çok ucuz olması ve benzer bir çalışmanın yapılmış olması, daha düşük maliyetli otomatik jeneratör elde etme fikri çalışmanın amaçlarından biridir. Ayrıca uzaktan izleme programı olan Thing Speak IoT' ile jeneratör verileri uzaktan izlenmiş ve belirli zaman aralıklarında verilere ait grafilendirme sağlanmıştır.

2. MANUEL JENERATÖR YAPISI (MANUEL GENERATOR STRUCTURE)

Manuel jeneratörler enerji kesintisinde kullanıcı tarafından çalıştırılan jeneratörlerdir. Kumanda panosundan jeneratör ON konumuna alındığında marş motoru akülerden aldığı enerjiyi elektrik enerjisini kullanarak dizel motorun ilk çalışması için yakıt pompalanmaya başlamaktadır. Bu jeneratörlerde, hava karışımının sağlanması amacıyla jikle kolu bulunmaktadır. Özellikle jeneratör çalışmasını kolaylaştırmak için jikle kolu belirli oranda çekilmelidir.



Şekil1. 1 Faz Jeneratör eş değer devresi

Motor çalıştıktan sonra faraday yasasına göre değişken manyetik alan içerisindeki kalan stator sargılarında gerilim indüklenmektedir. İndüklenen bu gerilim sarım sayısı ile doğru orantılı olarak artmaktadır. Üretilen gerilimin sabit olması için stator sargılarına gerilim regülatörü bağlanmaktadır. Şekil 1’de manuel çalıştırılan bir jeneratörün eşdeğer devresi görülmektedir [10-12].

Jeneratörlerde, çıkış frekansı;

$$f_e = \frac{n_m \cdot P}{120} \quad 1$$

Formülü ile hesaplanır. Burada rotor dönüş hızı ve kutup sayısı çıkış frekansını belirler. Stator fazında indüklenen gerilim genliği;

$$E_A = K \cdot \Phi \cdot \omega \quad 2$$

Denklemler ile ifade edilirken, indüklenen gerilimin doğrudan akı ve hız ile orantılı olduğu görülmektedir.

Sargı uçlarındaki gerilim ise;

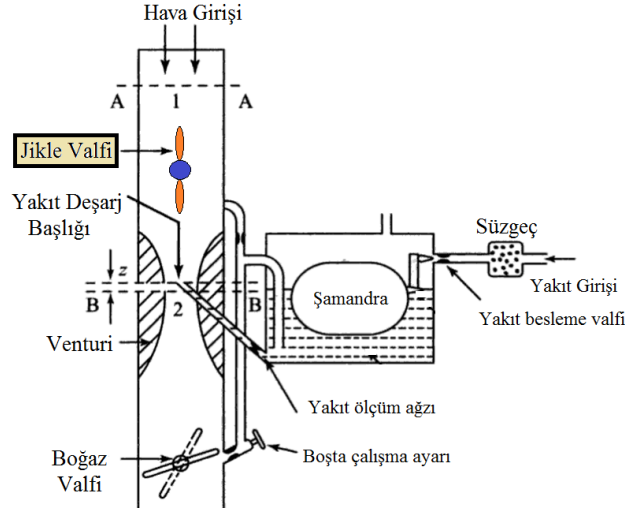
$$V_\phi = E_A - jX_s I_A - R_A I_A \quad 3$$

eşitliğine bağlıdır. Burada Çıkış gerilimini X_s (senkron reaktans), I_A (endüvi akımı) ve R_A (endüvi sargı direnci) belirler [1,13].

Manuel jeneratör çalışması için gerekli adımlar aşağıda sıralanmıştır.

1. Manuel jeneratörün üzerinde start-stop butonu ve jikle bulunmaktadır.
2. Elektrik kesildiğinde (hava şartlarına bağlı olarak değişir) jikle kolu ve butonu çekilmektedir ve marş butonuna basılmaktadır.
3. Marş butonuna basıldıktan sonra jeneratör çıkış verirse jeneratör çalışmaktadır.
4. Eğer jeneratör çıkış vermemiş olursa stop butonuna basılır ve işlemler tekrar başa döner.
5. Jeneratör çalıştırdıktan sonra yakıt tüketiminin azalması için jikle kolu tekrar eski durumuna getirilir [14].

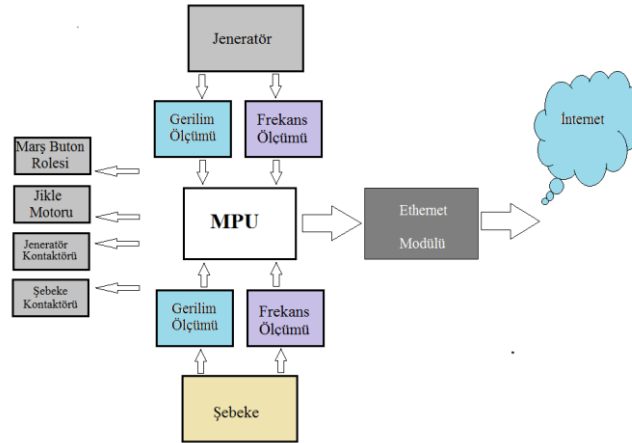
Jikle soğuk havalarda motoru çalıştırmak için gerekli olan hava-yakıt karışımını ayarlanmasını sağlayan popüler yöntemlerden biridir. Temel bir karbüratördeki jikle yapısı Şekil 2’de görülmektedir. Havalarda çok soğuk olması durumunda hava-yakıt karışımı motorda düzgün çalışmamakta veya motor hiç çalışmamaktadır. Bu yüzden jikle kolu çekildiğinde yakıt hava ile daha iyi oranda karışarak yanması gerçekleşir ve motorun çalışmasını kolaylaştırır [15]. Jikle karbüratörün ağzında gerektiğinde içeri giren havayı kontrol eden bir mekanizmadır.



Şekil 2. Temel Karbüratör ve Jikle Yapısı

3. OTOMATİK JENERATÖRE DÖNÜŞÜM METODU (AUTOMATIC GENERATOR CONVERSION METHOD)

Manuel bir jeneratörü enerji kesintisinde otomatik çalışarak devreye girmesini sağlayan sisteme ait blok diyagram Şekil 3’ te görülmektedir. Blok şemadan görüleceği gibi, marş butonuna basılması için mikrodenetleyici role çıkışı ile marş butonunu kısa devre etmektedir. Jikle motoru için bu uygulamada redüktörlü DC motor kullanılarak jiklenin jeneratör çalıştırmadan önce bir miktar çektirilmesi sağlanmıştır. Şebeke ve jeneratör çıkışının gerilimlerinin ölçülmesi için ve frekansının ölçülmesi için çalışma devamında anlatılan elektronik yapılar kullanılmıştır.



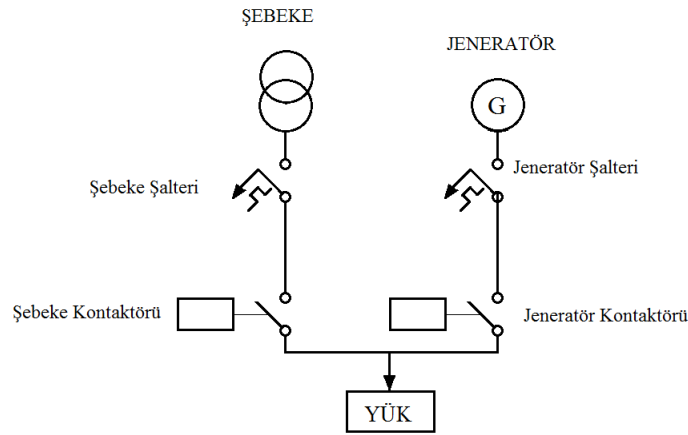
Şekil 3. Önerilen otomatik sistem blok diyagramı

Çalışmada gerekli kontrolü sağlayacak mikrodenetleyici programı ilgili adımları aşağıdaki şekilde gerçekleştirmelidir.

- 1- Jeneratör, şebeke enerjisini sürekli izlemelidir.
- 2- Elektrik kesildiğinde 5 sn bekler. 5 sn sonunda jikle motorunu çalıştırıp jikle motoru çalıştırdıktan sonra marş butonunu 3 sn aktif eder. Jeneratör çıkış verirse jeneratör çalışma durumuna geçer.
- 3- Eğer jeneratör çıkış vermezse stop butonuna basılıp bir süre beklenir. Ve 2.adım tekrar gerçekleştirilmektedir.

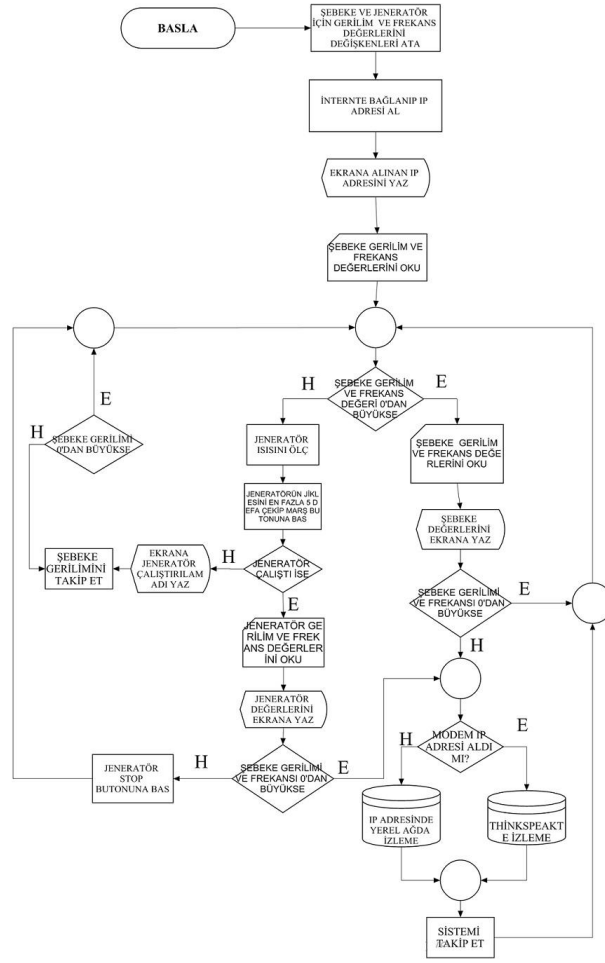
- 4- Bu döngü, yazılımda kullanıcının belirleyeceği sayıya kadar devam etmektedir. Jeneratörü çalıştırmada istenilen deneme sayısına ulaşıldığında jeneratörün çalıştırılması için uygulanan adımlar sonlandırılır.
- 5- Denemeler sonucunda jeneratörden bir çıkış gerilimi elde edilemediğinde sistem arıza ikazı verip jeneratörün çalışmadığını kullanıcıya bildirir. Bu durumda akü durumu ve yağ veya yakıt durumu kullanıcı tarafından kontrol edilmelidir.
- 6- Jeneratör çıkışında bir gerilim okunduğunda jeneratör çalışır duruma geçmiştir. Bu durumda jikle kolu tekrar eski konuma alınarak jeneratörün fazla yakıt yakması önlenir.
- 7- Şebeke enerjisi tekrar geldiğinde 5 saniye (yazılımın durumuna göre değişiklik gösterilebilir eğer istenirse 1 dakika kadar beklenebilir.) beklenmektedir. Bu süre sonunda stop butonuna basılmaktadır. Burada amaç şebeke enerjisinin anlık gelmesi ya da tekrarlamalı kesilmelerin kontrol edilmesidir. Böyle bir durumda sürekli olarak jeneratörün devreye girme, devreden çıkma gibi çalışma durumunun önüne geçilip, jeneratörün de korunması sağlanır.
- 8- Jeneratör devrede iken jeneratöre ait kontaktör aktiftir ve bu kontaktör üzerinden enerji sağlanır. Şebeke enerjisinin gelmesi durumunda belirli süre sonunda jeneratör kontaktörü pasif edilir ve şebeke kontaktörü devreye girer.

Enerji şebekesi ve jeneratörün dönüşümlü olarak sisteme girmesini sağlayan yapılara transfer panosu adı verilir. Bu panolarda ana bağlantı Şekil 4'te görüldüğü gibi yapılır. Bu yapı için tasarlanan sisteme 2 adet fazla role eklenerek roller üzerinden kontaktörler aktif edilmektedir. Ayrıca elektronik kontrol sisteminin daha sağlıklı çalışması amacıyla pano girişine filtre eklenmiştir.



Şekil 4. Şebeke ve jeneratörün sıralı devreye alınması

Şekil 5'te ise sistemin çalışmasına ait akış diyagram gösterilmiştir. Akış diyagramına göre enerji kesildiği anda belirli süre sonunda jeneratör belirtilen adımlar uygulanarak çalıştırılmakta ve jeneratör devreye alınmaktadır. Ayrıca değerler ethernet modem üzerinden internet ortamına gönderilmektedir. Bu arada şebeke tekrar geldiğinde belirli süre sonunda jeneratör durdurularak şebeke devreye alınmaktadır. Bu çalışma döngü halinde sürekli tekrarlanmaktadır.



Şekil 5. Mikrodenetleyici Yazılımı Akış Diyagramı

Jeneratörün, şebekeyi sürekli izlemesi gerekmektedir. Bu sebeple şebeke gerilimi ve jeneratör gerilimini okumak için mikrodenetleyicinin 2 adet ADC portu kullanılmış, şebeke frekansı ve jeneratör frekansı içinde 2 adet harici sayma portu kullanılmıştır.

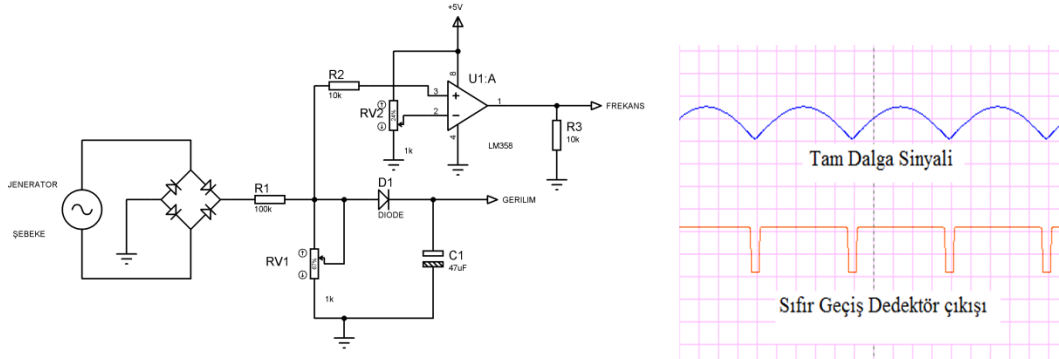
Şebeke gerilimini kesilmesini sistemin anlayabilmesi için tanımlanmış giriş voltajı değeri belli bir değer altına indiğinde şebekenin ani kesilme veya tekrar enerjilenme durumlarında jeneratörü koruyabilmek için sistem 5 saniye beklemektedir. Şebeke gittiğinde LCD ekranda “SBK YOK” ibaresi yer alır . Jeneratör çalıştırabilmesi için jikleyi çekebilmesi gerekmektedir. Bunun için jikleye çekebilmesi için küçük güçlüde olsa bir servo motor veya redüktörlü DC motor kullanılmaktadır.

Şebeke gittiğinde deneme sayısı LCD ekranda başlamaktadır. Ve her deneme sayısı LCD ekranda “CALISTIR DENE” olarak gösterilmektedir. Bu deneme sayısı ilerledikçe DC motor jikleyi çekmek için aktif edilmektedir. Jeneratörü çalıştırmak için mikrodenetleyici role çıkışı ile, röleye bağlanan marş kablosu ile jeneratörün aküsünden aldığı (+) 12 V ile marş dinamosunu 3 saniye aktif ederek jeneratörün çıkış vermesi sağlanmaktadır. Eğer jeneratör çıkış vermezse 3 saniye bekleyip tekrar röleye sinyal göndererek marş kablosu ile aküden alınan (+) 12 V tekrar marş dinamosuna uygulanmakta ve jeneratörün çıkış vermesi beklenmektedir. Bu işlem jeneratör çalışması için toplam 5 defa denenmektedir. Eğer çıkış verirse redüktörlü DC motor geri çevrilerek eski konumuna dönmektedir. Jeneratör çalıştıktan sonra diğer bir role çıkışları ile mikrodenetleyici şebeke kontaktörünü pasif edip, jeneratör geriliminin sisteme verilmesini sağlayan jeneratör kontaktörü aktif edilmektedir.

Şebeke, geri geldiğinde jeneratörü kapatmadan önce 5 saniye kadar şebekenin ani kesilmelerine karşı jeneratörü korumak için beklemektedir. Beklenen zaman sonunda jeneratörü durdurma için jeneratör stop butonu GND gönderdiğinden, stop rölesi ile jeneratörün aküsünün (-) ucu ile jeneratörün stop kablosunu 3 saniye kadar kısa devre etmektedir. Jeneratörün gövdesi (-) tetiklemeyi aldığı anda jeneratör kapanmaktadır.

3.1. Şebeke Jeneratör Gerilimlerinin ve Frekanslarının Ölçülmesi (Measurement of Grid and Generator Voltages and Frequencies)

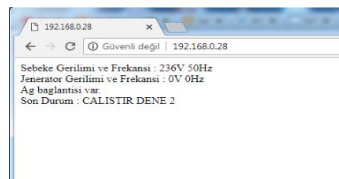
Şebeke ve jeneratör gerilimleri ile frekanslarının ölçülmesi için Şekil 6-a'da görüldüğü gibi bir devre yapısı tasarlanmıştır. Gerilim ölçümü için köprü tip doğrultmaç ile AC akım doğrultulmuş, dirençler ile düşürülüp kondansatör ile tam DC değere dönüştürülerek gerilim ölçümü yapılmıştır. Frekans ölçümü içinse köprü çıkışı kondansatörle tam DC değere çevrilmeden opampli karşılaştırıcıya verilmiştir. Burada DC değere dönüşmeden tam dalga olarak almak için D1 diyotu kullanılmıştır. Opampli devre ile sıfır geçiş dedektörü yapılmış ve AC sinyalin sıfır geçiş noktaları belirli zaman boyunca saydırılarak frekans ölçümü gerçekleştirilmiştir. Şekil 6-b'de ise tam dalga çıkış ve sıfır geçiş dedektör çıkış sinyalleri gösterilmiştir.



Şekil 6. Gerilim-Frekans ölçüm devresi

4. JENERATÖR VERİLERİNİN UZAKTAN İZLENMESİ (REMOTE MONITORING OF GENERATOR DATA)

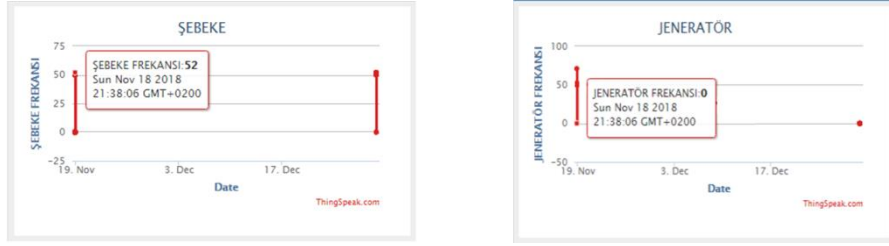
Bu kısımda şebeke gerilimini, frekansını ve jeneratör çalışırken üzerindeki gerilim ve frekansı iki farklı tipte uzaktan izlenebilmektedir. Bunlardan ilki modem bilgisayarın alacağı IP ile yerel ağ bağlantısını kullanarak ikincisi ise ThinkSpeak IoT ile uzaktan izlenmektedir. İnternet bağlanabilmek için ENC2860J modül kullanılmaktadır. ENC2860 ethernet modülü seri-ethernet dönüşüm işlemini gerçekleştiren uzaktan veri izleme uygulamalarında kullanılan bir dönüştürücüdür [16]. Elde edilen veriler ThinkSpeak veya yerel ağda izlenmektedir. ThinkSpeak her kullanıcının verilerini internet ortamına yükleyebileceği ücretsiz internet destek arayüz yapısıdır [17].



Şekil 7. Yerel ağ vasıtasıyla alınan veriler



Şekil 8. Şebeke Gerilim-Frekans değerlerinin gösterimi



Şekil 9. Jeneratör Gerilim- Frekans değerlerinin gösterimi



Şekil 10. Uygulaması Gerçekleştirilen Sistem Görünümü

Şekil 7’de yerel ağda jeneratör ve şebeke verilerinin izlenmesini gösterirken, Şekil 8, internet üzerinden şebeke gerilim ve frekansını göstermektedir. Ayrıca Şekil 9’ , internet üzerinden jeneratör gerilim ve frekansını grafiksel olarak göstermektedir. Şekil 10, sistemin bir transfer panosu haline getirilerek manuel jeneratöre uygulanması aşamalarını göstermektedir. Sistemin uygulandığı mekanda enerji kesildiği anda yaklaşık 10 sn içinde jeneratör devreye girerek enerji devamlılığını sağlamaktadır.

5. SONUÇ (CONCLUSION)

Sanayinin gelişmesi ve kullanılan cihazların maliyeti ve herhangi bir elektrik kesintisinde işletmenin dolumsuz etkilenmemesi için jeneratörlere ihtiyaç giderek artmaktadır. Piyasada elektrik kesintisinde otomatik devreye giren jeneratörler bulunmaktadır. Ancak bu jeneratörlerin pahalı olması ve periyodik bakımlarının düzenli olarak yapılması gerektiğinden bu maliyetleri düşürmek için başka yöntemler geliştirilmek zorunda kalınmıştır.

Bu çalışmada maliyet olarak daha pahalı olan otomatik jeneratör yerine manuel jeneratörün enerji kesintisinde otomatik olarak devreye alınması sağlanmıştır. Diğer bir ifadeyle çalışma şekli otomatik jeneratöre dönüştürülmüştür. Bu sayede maliyet minimuma indirgenmiştir. Ayrıca jeneratör ve şebekedeki gerilim ve frekans değerleri uzaktan izlenmiştir. Sistem mevcut bir işletmeye kurularak başarılı bir şekilde test edilmiştir ve kullanımına devam edilmektedir. Yapılan bu çalışmanın geliştirilmesi ile jeneratörün akü durumu, ısı kontrolü, yakıt durumu, çıkıştaki yükün distorsiyonu, toplam çalışma saati vb. veriler izlenebilir. Bu sayede Jeneratörün daha etkin ve verimli çalışması sağlanabilir. Oluşabilecek arızalar önceden tahmin edilebilir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Bal G., “Özel Elektrik Makinaları” ,SeçkinYayınları, p.70-90, Ankara, 2012
- [2] Abou Haidar, G., Achkar, R., Abou Dayya, R., Salloum, A., Daoud, K. ,“Remote Generator Control Using Android Application”, 2014 8th Asia Modelling Symposium, IEEE Conferences, 219-224 Taipei,Tayvan, 2014
- [3] Podsiadly, P. Swiercz, B. , Wroblewski, S. , “Mobile Remote Control Application for Power Generators Vibration Monitoring”, 2009 MIXDES-16th International Conference Mixed Design of Integrated Circuits & Systems, IEEE Conferences, 163-166 Lodz, Polonya, 25-27,2009
- [4] Evans R. A. , A manual/automatic Synchronization Circuit for a 37.5 MVA Steam-Turbine-Driven Generator”, “IEEE Transactions on INdustry Applications,IEEE Conferences, 1081-1085 IEEE Industry Applications Society, 1990
- [5] Sellschopp F.S. and Arjona L.M.A. “A tool for extracting synchronous machines parameters from the dc flux decay test”, Computers and Electrical Engineering, Vol. 31, 56-68, 2005.
- [6] Molenaar, D.P., Bosgra, O.H. and Hoeijmakers, M.J., “Time-Domain Identification of Synchronous Generator Transfer Functions”, Journal of Solar Energy Engineering, Vol. 124, 419-426, 2002
- [7] Bekiroğlu E., Bayrak A., “Sanal elektrik makinaları laboratuvarı: Senkron jeneratör deneyi” ,Gazi Univ. Muh.Mim. Fak.Dergisi, Cilt 25, No 2, 405-413, 2010
- [8] Kyriakides, E. and Heydt, G.T., “Estimation of synchronous generator parameters using an observer for damper currents and a graphical user interface”, Electric Power Systems Research, Vol. 69, 7-16, 2004.
- [9] Mouni, E., Tnani, S. and Champenois, G., “Synchronous generator modelling and parameters estimation using least squares method”, Simulation Modelling Practice and Theory, Vol. 16, 678–689, 2008.
- [10] Ramalingam K.K., “Hand book of Mechanical Engineering Terms”, New Delhi, New age Int., 2002
- [11] Umans A.E. , “Elektrik Makinaları”, Palme Yayıncılık, 6. Baskı, 2012
- [12] Kontrol Kalemi, “Manuel Jeneratör dönüştürme”, <https://www.kontrolkalemi.com/forum/konu/3-5-kval%C4%B1k-diesel-,15-Haziran-2018>.
- [13]Chapman J., (Akin E., Orhan A. Çeviri), “Elektrik Makinalarının Temelleri”, Çağlayan Yayıncılık, pp. 270-275 , 2019
- [14] Jeneratör kullanım klavuzu, Alimar Makine, www.alimar.com.tr, 20 Haziran 2019
- [15]Ganesan V., “Internal Combustion Engines”, McGraw Hill Publishing,Second edution, New delhi, pp.-267, 2006
- [16] Scwhartz M., “Arduino Networking” , Pact Publishing ,p.83-90, 2014
- [17] ThingSpeak, <https://thingspeak.com/>,02 Temmuz 2018.