

Canbus İletişim Tabanlı Güç Dağıtım Modülü Güvenilirlik Analizi İncelemeleri Ve Devre Üzerinde Spesifik Test Uygulamaları

Canbus Communication Based Power Distribution Module Reliability Analyse Researches And Spesific Test Applications On Circuit

Cihangir Derse¹, Mustafa Nil²

¹Tofaş Türk Otomobil Fabrikası A.Ş., R&D System Development Leader, Bursa,Turkey
cihangir.derse@tofas.com.tr

²Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Yrd.Doç.Dr, Manisa, Turkey
mustafa.nil@cbu.edu.tr

Özet

Güç dağıtım modülü, özellikle otomotiv uygulamalarında sıklıkla kullanılan çok katmanlı bir kontrol ve diagnostik sistemidir. Bir giriş / çıkış bağlantı noktası, çok katmanlı güç dağıtım ünitesi ve dijital formda haberleşme yolu üzerinden mesaj gönderimi sağlayan alıcı/verici iletişim katmanından oluşmaktadır. Modül sayesinde araç akümülatöründe üretilen güç; aracın elektriksel aksamalarına EKÜ (Elektronik Kontrol Ünitesi) vasıtasıyla kontrol edilerek dağıtılabilir ve güç hattındaki herhangi bir elektriksel enstrümanın arıza diagnostiği kolaylıkla yapılabilir. Çalışmada tasarımı ve üretimi gerçekleştirilen bir CAN BUS iletişimli güç dağıtım modülünün genel yapısı, test gereklilikleri incelenmiş ve uygulanan iki test kurulumu ve sonuçları paylaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: CAN Bus, Güç Elektroniği, Güç Dağıtımı, Güç kartı tasarımı, Elektronik Kontrol Üniteleri, rezonans DC kıyıcı devre

Abstract

Power distribution module is a multi-layer control and diagnostic component which is used especially in automotive applications. It consists an input/output connection junction, a multi layered power distribution module and transceiver communication layer which is used for message sending/receiving in digital form. By courtesy of the module, the power generated/stored in vehicle accumulator would be distributed to electrical components via electronic control unit and diagnosis would be performed easily for each component on power line. In this study, it has been described a CAN BUS communication based power distribution module general structure and test requirements which has been designed and produced internally and 2 test setups and results on the designed device has been shared.

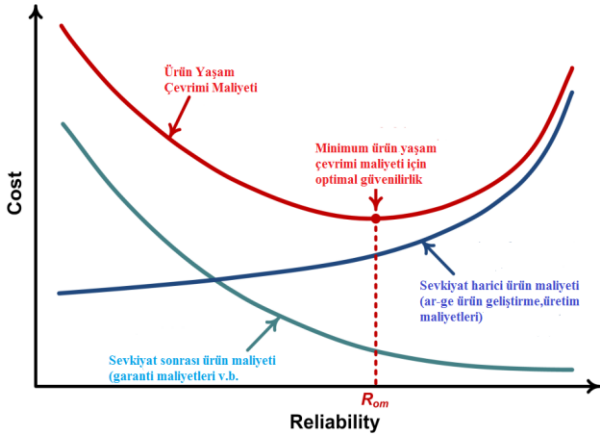
Key Words: CAN Bus, Power Electronics, Power Distribution, Power Board Design, Electronic Control Units, Resonance DC Buck Converters

1. Giriş

Son yıllarda özellikle otomotiv endüstrisinde, elektronik sistem kullanımına eğilim çok büyük artış göstermiştir. Bir anlamda, otomotiv sektörünün geleceğinin elektronikte ulaşılan gelişmelere bağlı olduğu söylenebilir. Günümüzde, modern araçlarda kullanılan elektronik sistemlerin ve fonksiyonların sayısı büyük artış göstermektedir. Bu gelişmeyi zorlayan faktörler, daha fazla güvenlik gereksinimi, düşük yakıt tüketimi, daha az kirlilik, sürücünün araç işleyişi hakkında daha fazla bilgilendirilmesi ve yardımcı sistemlerin yanı sıra eğlence sistemleri ve konfora yönelimlerdir. 2010 yılında, üretilen ortalama otomobil maliyetinin yaklaşık %40'ını elektronik sistemlerin oluşturacağı tahmin edilmektedir. Bu nedenle, bir çok elektronik parça üreticisi, “otomotiv elektroniği bileşenleri” adı altında yeni ürün yelpazeleri oluşturmuşlardır. Bu bileşenler, otomobil akü gerilimi, akım sınırları ve ortam koşulları dikkate alınarak imal edilmiş özel yarıiletken eleman ve devrelerdir. Bilindiği gibi aracın içi, dışı ve motor bölgesi, özellikle elektronik elamanlar için oldukça zarar verici sert ortamlardır [1].

Otomotiv teknolojisindeki bu gelişmeler, bir çok bilimsel ve teknolojik bakış açısının otomotiv alanına girmesine yol açmış ve “otomotiv mekatroniği” gibi yeni kavramların oluşmasına olanak vermiştir [2]. Günümüzde “otomotiv elektroniği” ifadesi, karmaşık bir ağ oluşturan, gelişmiş algılayıcıları, kontrol birimlerini, güç elektroniği devrelerini ve aktüatörleri ve, bunlarla bütünleşmiş mekanik hareket sistemlerini içermektedir[3].

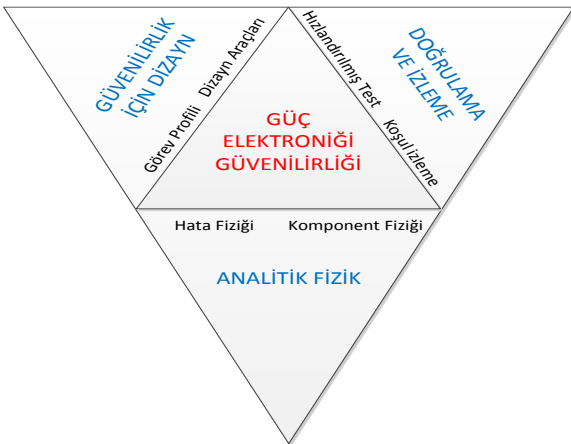
Modern otomobillerde veri iletişimi bir şebeke ile yapılmaktadır. Şebeke kavramı özel veri yollarının kullanılması sonucunu getirmiştir. Özetle, ilerleyen elektrik-elektronik teknolojileri sayesinde, daha hafif ve daha çevre dostu araçlar geliştirilmekte, otomotiv teknolojisinde daha yüksek güvenilirlik ve daha üstün kontrol değerleri elde edilebilmektedir. Otomotiv teknolojisi genel olarak beş kısımda incelenebilir:



Şekil 3. Optimal Güvenilirliğin Maliyete Etkisi

Şekil 3'te, müşteri memnuniyeti güvenilirlik etkisi ve marka değeri dikkate alınmadan, asgari yaşam döngüsü maliyetini minimize edecek optimal güvenilirlik eğrisi tanımlanmıştır. Ürünün dizayn fazındaki eksiklikler ile birlikte düzeltmek için gereken maliyet te kademeli olarak artış göstermektedir. Saha operasyonları esnasında oluşacak yüksek hata oranı aynı zamanda yüksek bakım maliyetlerini de beraberinde getirmektedir. Güç elektroniğinde inverter tasarım aşamasında gerçekleştirildiği güvenilirlik testleri ile hata durumlarını simüle etmek ve bu hata durumlarının oluşmasına engel olmak; analizleri ile tasarım kalite seviyesini artırmak temel amaç olacaktır. [5]

Güç elektroniğinde güvenilirlik konusu ise birçok disiplin ile alakalıdır. Güç elektroniği ile aynı şekilde multi-disiplinli bir yapısı olması ile birlikte bir teknoloji kombinasyonu da içermektedir. 1974 yılında William E. Newell güç elektroniğinin kapsam piramitini elektrik mühendisliğinin 3 ana disiplini üzerinde belirlemiştir. Yaklaşık 40 yıl sonra, yazarın perspektifinden güç elektroniği güvenilirliğinin kapsamı da tanımlandı.



Şekil 4. Güç Elektroniği Güvenilirlik Kapsam Piramiti

Bunlar şu üç ana kısmı kapsamaktadır : Güç elektroniği ürünlerinin neden ve nasıl hata verdiğinin doğasını anlamak için yapılan analitik analizler; Her ürün geliştirme sürecinde gerçekleştirilen güç elektroniğinde yeterli dayanıklılık ve güvenilirlik karşılama dizaynı çalışmaları; dayanıklılık doğrulamak için oluşturulan hızlandırılmış testler ve durum gözetleme testleri ve güvenilirlik doğrulama alan operasyonları.[6]

4. Otomotivde Kullanılan Güvenilirlik Analizi Yöntemleri

Mikroişlemci yada elektronik komponent üreten firmalar, sektörde yer almak için otomotivin evrimsel yapısı içerisinde ortaya çıkan standartlara uygun ürünler üretmek durumundadırlar. Otomotivde kullanılmakta olan EKÜ'ler akıllı ürünler olabileceği gibi dumb işlemler yapan aktüatör kontrol kartları veya slave olarak işlem gören giriş çıkış kontrolörleri de olabilirler.

Otomotiv üreticileri belirli marketlerde araç satabilmek için o ülke/bölge için uygulanan homologatif koşullara yada uluslararası/bölgesel olarak belirlenmiş asgari koşulları yerine getirmekle yükümlüdür. Bu yüzden yaptığı satın almalarda da dış alım yaptığı alt yüklenici firmalardan bu gereklilikleri yerine getirmesini beklemekte ve bu gereklilikleri onlara bildirmektedir.

Elektronik komponentler üzerinde Ağ Yönetim Testleri, diagnostik kapasite testleri, yazılım statik testleri (MISRA C uyumluluğu vb.), Elektronik sistem mesaj haritalandırma testleri, konnektör ve kablolama uyumluluk testleri, ortak diagnostik standartı (UDS) uyumluluğu, EEPROM programlama gereklilikleri testleri, PROXI gereklilik testleri, yazılım dizayn inceleme testleri, hat sonu fonksiyonel kontrol testleri gibi birçok test icra edilmektedir. Hatta farklı bir takım özelliklere sahip EKÜ tasarımlarında EKÜ spesifik testler de ortaya çıkabilmektedir(Alarm sistemleri, Koltuk ısıtma, sunroof, cam kaldırma mekanizmaları vb.) Uygulanan bu testlerin belirli kısmını üretilen komponentler karşılamak durumundadır. Üretilen EKÜ'nün gelişmişliğini, fonksiyonuna göre karşılaması gerektiği gereklilikler ve dolayısıyla üzerinde uygulanan testler de değişiklik göstermektedir.

Belirtilen bu testlerin yanında üretilen otomotiv uyumlu EKÜ'lerin kullanıldığı konum, devre karmaşıklığı gibi parametrelere göre sınıflandırıldığı ve asgari düzeyde karşılama zorunluluğu olduğu donanımsal gereklilik testleri vardır.

4.1 EKÜ Sınıflandırması

EKÜ'nün tipine göre, icra ettiği fonksiyonunun araçta etkisine göre ve her bir fonksiyonunun çalışma ortamında ve testleri esnasındaki davranışlarına göre elektronik cihazlar sınıflandırılmaktadırlar.

Çizelge 1. Komponent Sınıflandırma Tablosu[7]

Komponent Sınıflandırma Tablosu	
Kategori	
E1	Elektronik bileşensiz cihazlar (Akkor ampül vb.)
E2	Kontrol fonksiyonu olmayan pasif elektronik komponentli cihazlar (LEDler,varistörler,filtreleme devreleri,kapasitörler,indüktanslar)
E3	Kontrol/Görüntüleme fonksiyonuna sahip cihazlar (elektronik modüller, aktif sensörler, görüntüleme sistemleri, daha genel anlamda mikrokontrolörlü, entegre devre yapılı, transistör gibi aktif komponentlere sahip cihazlar

Çizelge 2. Komponent Bağışıklık Sınıflandırması[7]

Komponent Bağışıklık Sınıflandırması	
Test Grubu	
IL0	Fonksiyonelliğinin bozulması araç için engel teşkil edecek yada araç kontrolüne birçok hata yaratacak komponentler. Yolcuların ve veya diğer araçların güvenliğine etki edebilecek faktörlere sahip komponentler (airbag, direksiyon vb.)
IL1	A. Aracın direkt kontrolü ile ilgili fonksiyonlar (fren,süspansiyon, hız limitleyici vb.) B. Sürücü, yolcu yada diğer araçların güvenliği ile ilgili fonksiyonlar C. Aktive edildiğinde sürücüye yada karayolundaki diğer kullanıcılara rahatsızlık verecek fonksiyonlar (Işık, Korna vb.) D. Araçtaki data akışını direkt etkileyebilecek fonksiyonlar E. Aracın yasal göstergelerini etkileyebilecek fonksiyonlar (Kilometre Saati vb.)
IL2	IL0 ve IL1'de tanımlanmayan fonksiyonlar

Bağışıklık testi için, araç elektronik sistemlerinin yerine getirmesi gereken işlemleri elektromanyetik/elektriksel uyarıcılar altında sınıflandırılması M1..M4 şeklinde gerçekleştirilmiştir. Aracın genel elektriksel/elektronik komponentler içerisindeki yeri E1..E3 ve güvenlik kritiklik derecesi ise IL0..IL2 sınıflandırmaları ile kodlanmıştır.

Tasarlanan güç dağıtım modülü bu sınıflandırmalardan E3, IL1, M1 sınıflandırılmasında konumlanmaktadır.

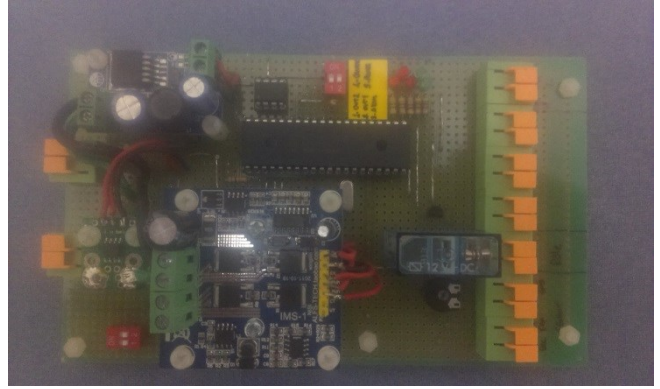
4.2. Genel Elektriksel Ve Elektromanyetik Uyumluluk Testleri

Bu mühendislik standartları genel olarak elektriksel ve elektronik komponentler içeren araç EKÜ'lerinin ve alt devrelerinin sahip olması gereken standartları tanımlamaktadır. Bunlar genel olarak günümüz müşteri memnuniyetinin sağlanması ve ülkelerin regülasyonlarına uyumluluk sağlanabilmesi için oluşturulmuş elektriksel/elektronik sistem gereklilikleridir ve komponent-araç entegrasyonunun başarıyla gerçekleştirilebilmesi için ön koşullardır. Belirtilen standartlar uluslararası standartlara göre düzenlenmiştir.

5. Sonuçlar

5.1 Tasarlanan Güç Dağıtım Modülü Prototipleri Ve Özellikleri

Güç dağıtım modülünün hızlı prototipi delikli pertenaks prototipleme boardı üzerine uygulanmıştır. Fonksiyonel testler, CAN Bus haberleşme bağlanabilirlik testleri ve bazı genel donanımsal gereklilik testleri hızlı prototip board üzerinde uygulanmış ve güç dağıtım basit prensipleri bu kart üzerinde gerçekleştirildiği gözlemlenmiştir.



Şekil 5. eaPDM Hızlı Prototipi

Daha sonra, mimari 16 giriş çıkışlı bir yapıda SMD yüzey montajlı olarak prototiplenmiş ve gerçekleştirilecek testler için hazır bir EKÜ kılıfı içerisine bağlantı gerçekleştirilmiştir. Modül, güç ara katı, voltaj regülatörü, iletişim ara yüzü, çıkış akımı ölçümü ve aktüatör ve yük kontrol katı gibi ara yüzlerden oluşmaktadır. Kartın, 16 giriş çıkışı CAN Bus ara yüzü ile bilgisayar arayüzü ile bağlantı sağlanıp giriş yada çıkış şeklinde ayarlanabilir, olay kayıtları tutulabilir, iletişim mesaj tanımlayıcıları değiştirilebilir ve akım kesme aralıkları ayarlanabilir yapıdadır. Cihazın test uygulamasında kullanılan ön prototipinde 180 x 162 x 46 mm çaplarında kılıf kullanılmıştır.

5.2 Elektrostatik Deşarj Testi Sonuçları (ESD)

Elektrostatik deşarj bağışıklık testi ile test yapılan cihaza ve kabloşuna elektrostatik deşarj yükleri enjekte edilerek icra edilir. Test ISO 10605 normuna uygun bir şekilde icra edilmelidir. Kullanılan test ekipmanı ISO 10650 hava deşarj doğrulama gereklilikleri ile uyumlu olmalıdır ve hava deşarj yükselme zamanı 20 nano saniyeden düşük olmalıdır. Test icra edilirken ortam sıcaklığı 23 ± 5 °C ve ortamdaki bağıl nem %60 yada daha düşük olmalıdır. Yapılan testlerde ISO 10650 standardı gerekliliklerini karşılayan EM Test ESD-30 test cihazı ve P30 ESD deşarj probu kullanılmıştır.



Şekil 6. ESD Test Cihazı Ve Probu

5.2.1. Dokunma ESD Testi

Tasarlanan EKÜ'nün normal dokunma ve montaj durumlarında üzerinde oluşabilecek ESD yükleri davranışını görmek için yapılan testtir.

5.2.2. Test Kurulumu

- 150pF ve 2000 ohm deşarj networküne sahip ESD simülatörü kullanılmıştır.
- Cihaz üzerinde test yapılan zemin ESD uygulanan tasarlanan cihaza her köşesinden enaz 100 mm uzaklıktadır.
- ESD Test cihazı toprak referansı tasarlanan cihazın 0.5 metreden daha yakınına konumlandırılmıştır.
- Test yapılan tasarlanan cihaz direkt bir zemin üzerinde konumlandırılmıştır.



Şekil 7. ESD Test Düzeneği

5.2.3. Test Sonuçları

Tüm konnektör pinlerine, EKÜ kaplamasına, kaplama vidalarına 3 tekrar şeklinde elektrostatik deşarj uygulanmıştır. Yük üzerinde yapılan denemelerde de cihazın fonksiyonelliğinde bir sapma gözlenmemiştir.

5.3 Sıcaklık/İklimsel Testler

5.3.1. Sıcaklık Sınıflandırmaları

Tasarlanan devrenin çalışabilmesi için gereken minimum operasyonel çevre sıcaklığı aksi belirtilmediği sürece ön tanımlı -40 °C'dir. Worst-case çevresel sıcaklıklar göz önünde bulundurulduğunda, aracın operasyonel durumu ve sıcaklık kaynaklarından uzaklığına göre montajı düşünüldüğünde çalışması gereken maksimum sıcaklık minimum 85 °C olmalıdır.

Farklı lokasyonlara monte edilen elektronik sistemler teknolojik kısıtlayıcılar yada aktüel ölçülen sıcaklık değerlerine göre ayrıca özel bir sıcaklık sınıfına da sahip olabilirler (TCA/Çevresel Sıcaklık Sınıfı). TCA1 ve TCA2 cihazın monte edildiği lokasyona göre maksimum çalışma sıcaklığının belirlenmesi için özel bir sıcaklık ölçümüne de ihtiyaç duymaktadırlar. Aynı şekilde TN1L sınıfında bulunan elektronik cihazlar da minimum çalışma aralığının belirlenmesi için lokal çevresel ölçüm gerektirmektedirler.

5.3.2 Çevresel Sıcaklık Testi

Güç dağıtım modülü kabin içerisinde çalışan bir komponent olduğundan çalışma aralığı olarak -40 °C < T_{pdm} < 85 °C seçilmiştir. Testler ACS Challenge 1200 Klimatik kabinde %90 bağıl nem altında gerçekleştirilmiştir



Şekil 8. Klimatik Kabin Testi

Ara sıcaklıklarda ve minimum, maksimum aralıklarda gerçekleştirilen testler sonucunda güç dağıtım modülünün zarar görmediği ve fonksiyonelliğini yitirmediği gözlenmiştir.

6. Kaynaklar

- [1] Kallenbach, R., Reiner, E., "Automotive Electronics – What Makes it So Special?" SAE Convergence 2004 Conference, Detroit, MI, USA, 2004.
- [2] Schöner H. P., "Automotive Mechatronics", IFAC Mechatronics Systems Conference, Berkeley, California, USA, 2002.
- [3] Kassakian, J.G., Miller, J.M., "Automotive electronics power-up", IEEE Spectrum, No 5, Volume 37, May 2000.
- [4] Emadi, A., Ehsani, M., Miller, J.M., "Vehicular Electric Power Systems – Land, Sea, Air and Space Vehicles", Marcel Dekker, 2004.
- [5] "Eviricilerde Yumuşak Geçiş Tekniklerinin İncelenmesi, MTBF Analizi ve Harmoniklerin Azaltılmasında Kullanılan Yöntemler", Mustafa Nil, Murat Demir, Metin Nil, Bekir Çakır, Fırat Üniversitesi Elektrik-Elektronik-Bilgisayar Sempozyumu 2011, ELAZIĞ
- [6] Wang, Huai; Liserre, Marco; Blaabjerg, Frede "Toward Reliable Power Electronics: Challenges, Design Tools, and Opportunities", I E E Industrial Electronics Magazine, 2013.
- [7] CS.00054 "General Electrical And EMC Performance Requirements For E/E Components" Norm