

HAVACILIK DİZEL PİSTONLU MOTOR KIZDIRMA BUJİSİ KONTROL ÜNİTESİ TASARIM YAKLAŞIMLARI

Şeref Fırat URKUN*
TEI TUSAŞ Motor Sanayii A.Ş., Eskişehir

ÖZET

İnsansız hava araçlarında az yakıt tüketimi ile ön plana çıkan dizel pistonlu motorlar, başlama anında gerekli yanma sıcaklığına ulaşabilmek için kızdırma bujilerine ihtiyaç duymaktadır. Kızdırma bujileri gerek kullanım amacı gerekse malzemedeki kaynaklı olarak değişik boyutlarda ve elektriksel çalışma gerilimlerinde üretilmektedir. Aynı zamanda çok yüksek miktarlarda akım çeken kızdırma bujileri, çekilen akım değerlerini azaltmak ve istenilen elektriksel çalışma gerilimlerini sağlamak amacıyla kızdırma bujisi kontrol üniteleri tarafından kontrol edilmektedir. Kızdırma bujisi kontrol üniteleri otomotiv pistonlu dizel motorlarında da kullanılmakla beraber, bu kontrol üniteleri havacılığa uygun elektriksel gereksinimleri karşılayamamaktadır. Ayrıca, farklı motor bloklarında kullanılan kızdırma bujilerinin de elektriksel gereksinimleri farklılık göstermektedir. Bu bildiride, havacılık dizel pistonlu motorlar için kızdırma bujisi kontrol ünitesi tasarımında dikkat edilmesi gereken unsurlar belirlenmekle beraber; farklı elektriksel sistem gerilimlerinde, farklı elektriksel gereksinimleri olan çeşitli kızdırma bujilerini kontrol edebilecek bir kızdırma bujisi kontrol ünitesi tasarım yaklaşımı ortaya çıkarılmaktadır.

GİRİŞ

Genellikle otomotivde kullanılan pistonlu motorlar havacılık alanında kullanıldığında, otomotivden kaynaklanan ekipman üretimlerine bağlı olarak uygulamalar gerçekleştirilmektedir. Dizel pistonlu motorlarda kullanılan kızdırma bujilerinin yanma odalarına ulaşmalarını sağlamak amacıyla, farklı motor bloklarında farklı boyutlarda üretimi yapılmaktadır. Aynı zamanda kızdırma bujilerinde kullanılan malzeme, ilgili motor hacminde ve motor bloğunda yeterli yanma sıcaklığına ulaşmak için çeşitlilik göstermektedir. Bu durum aynı zamanda kızdırma bujilerini çalıştırabilmek için gerekli olan gerilim ve akım değerlerini etkilemektedir.

Tip olarak bakıldığında, kızdırma bujileri metal çubuk tipi metal ve seramik kızdırma bujileri olmak üzere genel olarak iki kategoriye ayrılmaktadır[Ngk,2014]. Havacılık uygulamalarında; hızlı ısınması, 1350 °C'ye varan yüksek sıcaklıklara ulaşması ve uzun süreler kızdırmaya imkan vermesi sebebiyle seramik kızdırma bujilerinin kullanılması uygun görülmektedir. Böylece, soğuk hava ve irtifa şartlarında kızdırma bujilerinden daha çok verim alınabilmektedir.

Otomotiv sektöründe yer alan dizel kızdırma bujileri; 4.4 V, 5 V, 7 V, 12 V ve 24 V gibi çeşitli DC gerilimlerde çalışacak şekilde üretilmektedir[Ngk,2013]. İlgili kızdırma bujilerini çalıştırabilmek için ise binek otomobil ve ağır ticari araçlarda bulunan, 12 VDC ve 24 VDC elektrik sistem gerilimlerinde çalışan kızdırma bujisi kontrol üniteleri kullanılmaktadır. İnsansız Hava Aracı (İHA)

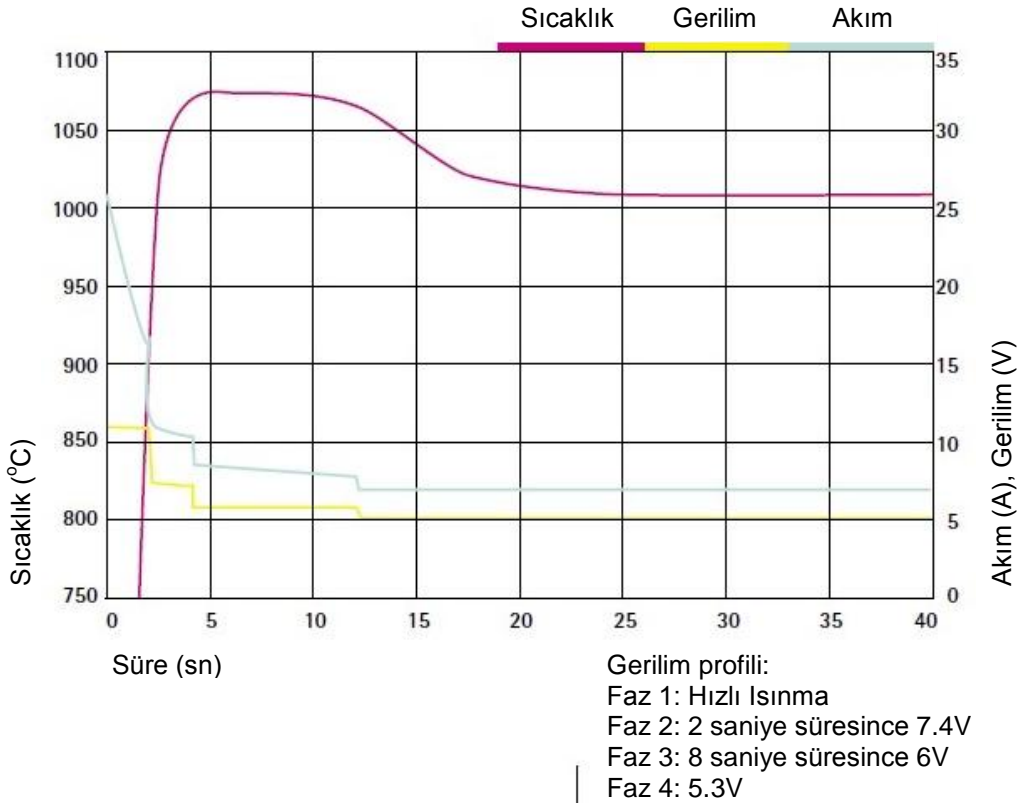
* Elektrik-Elektronik Tasarım Mühendisi, E-posta: sereffirat.urkan@tei.com.tr

sistemlerinde itki üretmekten sorumlu pistonlu motorlarda binek otomobil motorlarında kullanılan kızdırma bujileri kullanılmakta olup; ağır ticari tip araçların motorlarında kullanılan kızdırma bujileri, kullanıldığı motorların hacmi ve boyutları dolayısıyla fiziksel olarak uyum gösterememektedir. Binek otomobillerde 12-14 VDC olan elektriksel sistem gerilim değeri, İHA sisteminde 24-28 VDC olduğundan, İHA motorlarında kullanılan kızdırma bujilerini sürebilecek kızdırma bujisi kontrol ünitelerinin otomotiv sektöründen temini mümkün olamamaktadır.

Otomotiv sektöründe geliştirilen söz konusu kızdırma bujisi kontrol üniteleri havacılık şartlarında kullanılmadığı için İHA dizel motorlarında kullanılacak olan kızdırma bujisi kontrol ünitesi tasarım yaklaşımları bu bildiride ele alınacaktır.

YÖNTEM

Kızdırma bujisi kontrol ünitesinin öncelikle havacılık standartlarında kullanılan 28 VDC sistem geriliminde çalışabilecek koşullarda tasarlanması gerekmektedir. Tasarım yaklaşımında baz almak üzere örnek olarak; 12 VDC otomotiv elektriksel sistem geriliminde kullanılan 5.3 V nominal gerilim ile çalışan kızdırma bujilerine, kızdırma bujisi kontrol ünitesi tarafından uygulanan akım ve gerilim değerleri Şekil 1'de gösterilmektedir. İlgili kızdırma bujisinin hızlı bir şekilde çalışma sıcaklığına ulaşabilmesi için ilk 2 saniye boyunca otomobildeki elektrik sisteminin maksimum sistem gerilimi olan 12 V, daha sonraki 2 saniye süresince 7.3 V, 8 saniye süresince 6 V ve daha sonra nominal çalışma gerilimi olan 5.3 V devamlı olarak uygulanmaktadır.



Şekil 1: Kızdırma Bujisi Voltaj, Akım, Sıcaklık Grafiği[Beru, 2012]

Örnekler ve kullanım alanları göz önüne alındığında, kızdırma bujilerinin karakteristiğinden ve uygulamalarından kaynaklanan unsurlara da bakılarak; kızdırma bujisi kontrol ünitesi tasarımının içermesi gereken özellikler hızlı ısıtma modu, sürekli ısıtma modu, akım kontrolü, güç regülasyonu ve hata tanımlama şeklinde sıralanabilmektedir.

Hızlı Isıtma Modu

Motorun başlama anındaki çalışma performansını arttırabilmek için kızdırma bujilerinin hızlı bir şekilde ısınmasını sağlamak önem kazanmaktadır. Hızlı ısıtma modu, kızdırma bujileri ilk enerjilendiği anda devreye girmekte ve kızdırma bujilerinin çalışma sıcaklığına hızlı bir şekilde ulaşmasını sağlamaktadır.

Başlangıç anında, kızdırma bujisini sürebilmek için öncelikle 28 VDC sistem voltajının kızdırma bujisi üzerinde oluşturacağı akım değerini hesaplamak gerekmektedir. Örneğin; nominal çalışma gerilimi 5-12 V gerilim değerlerinde çalışan kızdırma bujileri yaklaşık 0.6-0.8 ohm aralığında direnç değeri göstermektedir. Bu direnç değerlerindeki kızdırma bujileri 28 VDC sistemde çalıştığında 35-47.5 A arasında akım çekecektir. Söz konusu akım değerleri oldukça yüksek olduğu için kızdırma bujisi saniyeler içerisinde eriyip yanacak ve kullanılamaz duruma gelecektir. Bu durumda ilk olarak; kızdırma bujisi kontrol ünitesinin, sistem gerilimi olan 28 VDC'yi 1 saniyeden daha kısa bir süre kızdırma bujilerine uygulaması veya çalışmaya başlama durumundan itibaren gerilimi düşük tutarak daha uzun sürelerde daha düşük sistem gerilimlerini kızdırma bujilerine uygulaması gerekmektedir. Ancak, uygulanan gerilimi sistemin verebileceği maksimum gerilim değerinden başlatmak, kızdırma bujilerinin çalışma sıcaklıklarına erişme hızını arttıracaktır. Hızlı ısıtma modu, istenen sıcaklığa göre belirli sürelerde gerilimi kademeli olarak düşürerek de uygulanabilmektedir.

Devamlı Isıtma Modu

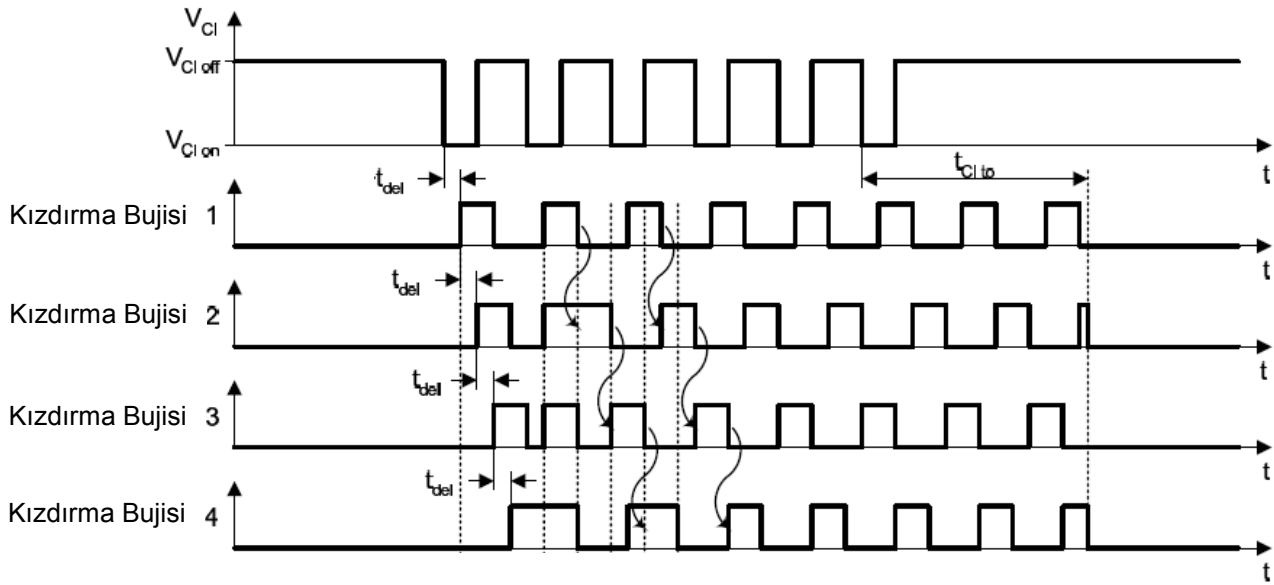
Çalışmaya başlayan kızdırma bujileri belirli bir sıcaklığa eriştikten sonra, eğer uzun süreli kullanımları gerekiyorsa, kızdırma bujisi kontrol ünitesi tarafından uygulanan çalışma gerilimleri düşürülerek kendilerini belli bir sıcaklıkta tutması sağlanabilmektedir. Bu durum süresince, çalıştırılan kızdırma bujilerinin sistemden minimum güç çekmesi ve sıcaklığını sabit tutarak güvenli operasyon aralığında kalması önemlidir.

Akım Kontrolü

Kızdırma bujileri çok küçük değerlerde dirençlere sahip oldukları için gerilim altında iken yüksek miktarlarda güç harcamaktadırlar. 4 pistonlu bir dizel motor üzerinde bulunan 4 adet kızdırma bujisinin aynı anda devreye girmesiyle beraber; elektrik sisteminden, yani motor ve alternatörler çalışmıyor iken bataryalardan, çok fazla miktarlarda akım çekilmesi nedeniyle çeşitli tasarım yaklaşımları ortaya çıkmaktadır.

Kızdırma bujileri farklı zamanlarda bağımsız çalıştırılarak, sistemden çekilen elektriksel gücün azaltılması ve sistem geriliminde dalgalanma oluşmaması sağlanmaktadır. Şekil 2'de görülen 1, 2, 3 ve 4 numaralı kızdırma bujileri; gelen kontrol girdisine bağlı olarak çalışmaya başlamakta, ancak PWM (Pulse Width Modulation) tekniği ile 4 kızdırma bujisi farklı zaman aralıklarında sürülmektedir. Bu metot ile 4 kızdırma bujisinin aynı anda sistemden akım çekmesi önlenmekte ve sistem geriliminin belirli sınırlar içerisinde kalması sağlanmaktadır.

Ek olarak; farklı kızdırma bujisi çeşitlerinde değişiklik gösteren direnç değerlerine bağlı olarak uygulanan akım değerlerinin uyum gösterebileceği metotlar, sistemin daha uygun ve güvenilir bir şekilde çalıştırılabilmesini sağlamaktadır.



Şekil 2: Kızdırma Bujilerinin Kontrol Sinyalleri[STMicroelectronics, 2013]

Güç Regülasyonu

Değişen sistem gerilimine uygun olarak kızdırma bujilerinin sürüldüğü elektriksel gücün ayarlanması ve uyum göstermesi gerekmektedir. Kızdırma bujilerinin sürüldüğü ana gerilim değerindeki dalgalanma ve değişikliklerde, kızdırma bujilerine aynı elektriksel gücün gönderilmesi sağlanmalıdır. Örneğin, İHA sisteminde alternatörler çalışmaya başlamadan önce 24 VDC batarya üzerinden beslenen kızdırma bujileri, alternatörler çalıştıktan sonra 28 VDC gerilime sahip olan elektrik sisteminden beslenmektedir. Kızdırma bujilerinin güvenli olarak çalışabileceği akım değerlerinde kalarak, bu tip gerilim değişikliklerinde elektriksel gücün düzenlenmesi ve kızdırma bujilerine çalışacağı uygun nominal gücün sağlanması gerekmektedir.

Hata Tanımlama

Kızdırma bujisi kontrol ünitesinin kullanıldığı uygulama alanlarına bağlı olarak hata tanımlayıcı (diyagnostik) özellikleri bulunmaktadır. Öncelikle, otomotivde görülen başlıca uyarı sinyali kızdırma bujilerinin aktive olduğunu gösteren uyarı lambasıdır. Havacılık uygulamalarına geçildiğinde güvenilirlik kaynaklı olarak bazı ek hata tanımlama özellikleri getirilmiştir. Kızdırma bujilerinin çektiği akım değerleri gözlemlenmekte ve kızdırma bujilerinin açık devre olması, aşırı akım çekmesi gibi durumlar tespit edilebilmektedir.

SONUÇ

Bu çalışma sonucunda, kızdırma bujilerini havacılık dizel pistonlu motorlarında kullanabilmek için gereken kızdırma bujisi kontrol ünitelerinin hangi özellikler göz önünde bulundurularak tasarlanması gerektiği görülmüştür. Bahsi geçen hızlı ısıtma modu, devamlı ısıtma modu, akım kontrolü, güç regülasyonu ve hata tanımlama özellikleri kızdırma bujisi kontrol ünitesi tarafından sağlandığında; başta 28 VDC olmak üzere çeşitli gerilim seviyelerinde çalışabilen, daha az güç tüketen, çeşitli kızdırma bujileri ile uyumlu, güvenilir bir kızdırma bujisi kontrol ünitesi tasarımının ortaya çıktığı bu bildiri kapsamında anlatılmıştır. Bu metot ve özellikler ile havacılık uygulamaları için gereken şartlar karşılanmakta olup, benzer tasarım yaklaşımlarının otomotivde kullanılan kızdırma bujisi kontrol ünitelerinde de avantaj sağlayacağı öngörülmektedir.

Kaynaklar

Beru GmbH, 2012. *All About Glow Plugs Technical Information No.4*, www.beru.com, s.10

Ngk Spark Plug Europa GmbH, 2013. *Spark Plug-Glow Plug 2013-2014*

Catalog, http://www.ngk.de/fileadmin/templates/Dokumente/TR/catalogues/SparkPlug_GlowPlug_2013_2014_TR.pdf

Ngk Spark Plug Europa GmbH, 2014. *Kızdırma bujisi teknolojileri*, <http://www.ngk.de/tr/ueruenler-ve-teknolojiler/kizdirma-bujileri/kizdirma-bujisi-teknolojileri/>

ST Microelectronics, 2013. *Glow Plug System Control IC Rev.4*, www.st.com, s.20