

IR 2130 TÜMLEŞİK DEVRESİ KULLANILARAK PC DENETİMLİ BİR SÜRÜCÜ TASARIMI VE DGM VE UVM YÖNTEMLERİNİN SÜRÜCÜYE UYGULANMASI

Gökalp ARI¹

H.Tarık DURU²

Kocaeli Üniversitesi, Müh. Fak. Elektrik Müh. Bölümü
41100 Kocaeli/İzmit

¹ e-posta: gokalp.ari@emo.org.tr

² e-posta: tduru@kou.edu.tr

Anahtar sözcükler: DGM,UVM,IR 2130,6 Anahtarlı Sürücü

ÖZET

Bu bildiride International Rectifiers firmasınca üretilen ve 6 adet MOSFET yada IGBT gibi anahtarlama elemanlarının tek bir d.a. kaynağı ile sürülmesine olanak sağlayan IR 2130 tümleşik devresi kullanılarak tasarlanan, genel amaçlı 6 anahtarlı bir inverter sürücü devresi tanıtılmıştır. Bu tasarımda, kollardaki çakışmaları önleme ,akım sınırlama ve koruma gibi avantajlarından dolayı IR2130 tümleşik devresi tercih edilmiştir. Tasarlanan bu sürücü devresine,düşük özellikli (Pentium 100) bir PC kullanılarak Sinüs-Üçgen karşılaştırmalı Darbe Genişliği Modülasyonu(DGM) ve Uzay Vektör Modülasyonu(UVM) çalışma şekilleri pratik olarak uygulanmış ve bir asenkron motor sürülmüştür. Sürücünün PC denetimli olması, Motora uygulanan gerilim ve frekans gibi çeşitli parametrelerin istenilen değerlerde değiştirilebilmesine olanak sağlamıştır. Pratikte elde edilen değerler ile teorik değerler karşılaştırılmış ve tasarlanan sürücünün başarılı olduğu kanıtlanmıştır.

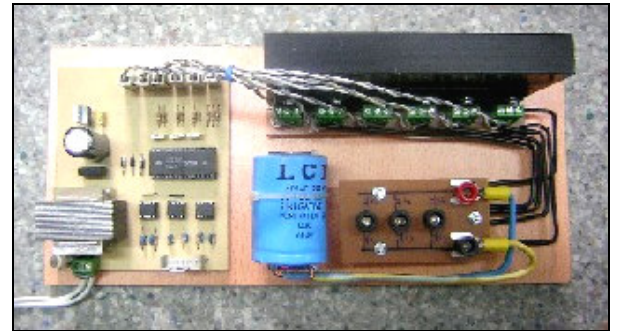
1. GİRİŞ

Bir çok temel güç elektroniği devre uygulamasında 4 yada 6 anahtarlama elemanından oluşan bir köprü sisteminin uygun şekilde anahtarlanması gerekir. Buna ek olarak köprü anahtarlarındaki farklı potansiyeldeki emiter (source) sayısı kadar farklı, birbirinden izole d.a. kaynağına ihtiyaç duyulur. Örneğin 6 anahtarlı köprü için en az 4 d.a. izole kaynak gerekir. Ayrıca köprünün aynı kolundaki üst ve alt anahtarların çakışmasını engellemek için yazılım yada donanım önlemlerine gerek duyulur. Tüm bu gereksinimler, uygulama amaçlı sistemlerin tasarımında zorluklar oluşturup, sistemin maliyet ve boyutlarında artışa neden olmaktadır. Son yıllarda üretici firmalar, bu sorunların çözümüne yönelik bazı ürünler geliştirmişlerdir. Örneğin,gereksinim duyulan izole kaynak sayısını tek bir devrede toplayan ve tek bir kaynak kullanılarak 3, 4 yada 6 bağımsız anahtar sürme gerilimi oluşturabilen sürücüler ve tümleşik devreler, sözü edilen tasarım sorunlarını büyük ölçüde çözmüşlerdir.

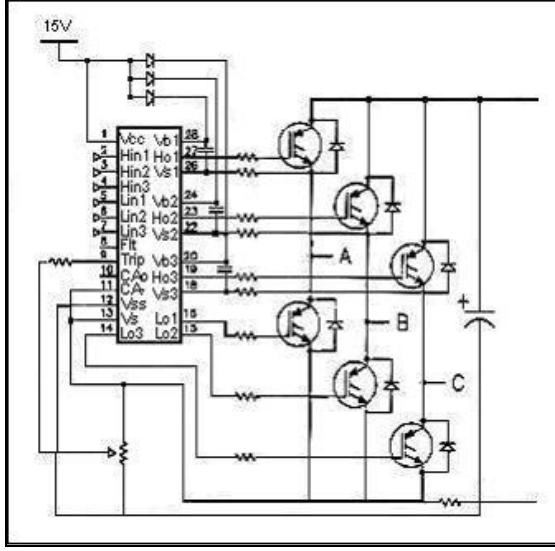
Bu çalışmada, IR 2130 tümleşik devresi ve 6 adet IRFP450 MOSFET kullanılarak tasarlanan bir sürücü tanıtılmıştır. Sürücü, yüksek hızlı HCPL opto kuplörler ile kontrol devresinden yalıtılmış, bu sayede PC paralel portu üzerinden güvenli olarak denetlenmesi mümkün olmuştur. Ayrıca bu sürücüye sinüs-üçgen karşılaştırmalı DGM ve Uzay Vektör Modülasyonu yöntemleri uygulanmış ve bir asenkron motor sürülmüştür.

2. TASARLANAN SÜRÜCÜ

Sürücünün tasarımında, International Rectifier firmasınca sağlanan uygulama notları kullanılmıştır. IR2130 tümleşik devresi, 15V'luk tek bir d.a.kaynak ile çalışmaktadır. Alt anahtarlar için 15V'luk kaynak doğrudan kullanılmakta, üst anahtarlar için diyotlar ve Bootstrap kondansatörleri ile elde edilen yapay güç kaynakları kullanılmaktadır. Akım algılama direnci kullanılarak d.a. dönüş hattından geçen akım algılanmakta ve akım sınırlaması ve akım ölçümü yapılabilmektedir. IR2130'un en faydalı özelliklerinden birisi de, alt ve üst anahtarlar arasında 2,5µs'lik bir ölü zaman oluşturmasıdır. Bu sayede kollardaki çakışmalar tümüyle engellenmiş olur.



Şekil-1. Tasarlanan sürücünün fotoğrafı



Şekil-2. Üretici firma tarafından önerilen uygulama devresi

Yukarıda da değinildiği gibi, IR 2130 tümeşik devresi ve optik izolasyon kullanılarak düşük maliyetli ve genel amaçlı bir sürücü elde edilebilir. Çeşitli yazılımlar yardımıyla PC'den gönderilen 6 bitlik bilgiler, sürücünün, birçok temel güç elektroniği sisteminin deneysel ve araştırma amaçlı çalıştırılmasını sağlar.

3. SİNÜS-ÜÇGEN KARŞILAŞTIRMALI DGM'NİN (PWM) SÜRÜCÜYE UYGULANMASI

Eviriciler sabit doğru gerilim veya akımdan beslenirler. Bu kaynaktan motor sargılarına uygulanmak üzere sinüzoidal akımlar elde edilebilmesi için, giriş genliğinin sabit kaldığı, fakat bu genliğin uygulanma süresinin yada darbe genişliğinin çıkışta istenen sinüzoidal işarete göre modüle edilerek, darbe dizisi biçiminde işaretlerin oluşturduğu DGM yöntemi kullanılabilir. Bu modülasyon işlemi genellikle, referans sinüzoidal işaret ile yüksek frekanslı taşıyıcı üçgen işaret karşılaştırılarak, kesişme noktalarında darbe üretmekle elde edilir. Sinüzoidal işaretin zamana göre değişen genliği, üretilen darbelerin uzunluklarını değiştirir. Elde edilen bu değişken DGM işaretleri, sürücüde yer alan anahtarlama elemanlarına uygulanarak DGM şeklindeki gerilimler motor sargılarına uygulanır. Sargılara uygulanan dikdörtgen darbe geriliminin sargılardan akıtacağı akım ise sargı endüktanslarının filtre etmesi nedeniyle oldukça sinüzoidal biçimdedir.

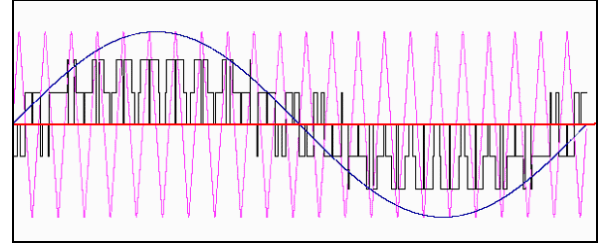
Teorik olarak sinyallerin hesaplanması ve karşılaştırma işlemi çok uzun ve büyük matematiksel hesaplar gerektirdiğinden, bir simülasyon programı yardımıyla karşılaştırma işlemi yapılmış ve elde edilen dalga şekilleri verilmiştir.

Taşıyıcı üçgen dalganın fonksiyonu $f(t)$ olmak üzere,

$$f(t) = \frac{8}{\pi^2} \left[\sin \alpha x - \frac{1}{3^2} \sin 3\alpha x + \frac{1}{5^2} \sin 5\alpha x - \dots \right] \quad (1)$$

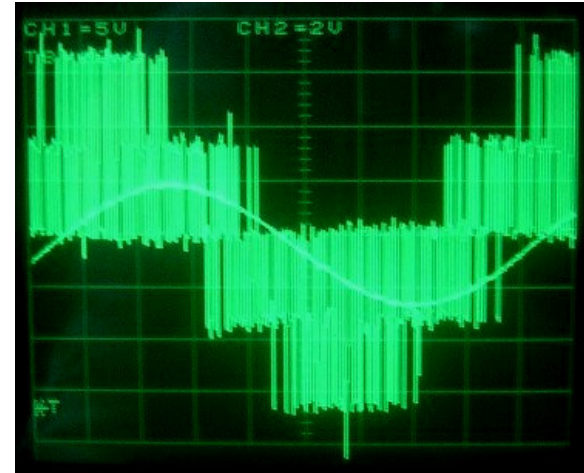
şeklinde tanımlanmıştır.

Şekil 3'deki simülasyon grafiğinde taşıyıcı üçgen dalga, temel bileşenin 22 katı seçilmiş ve simülasyon sonucunda faz nötr gerilimi 'siyah', referans dalga ise 'mavi' renkte gösterilmiştir.



Şekil-3. Sinüs-Üçgen karşılaştırması ile simülasyonda elde edilen faz nötr gerilimi

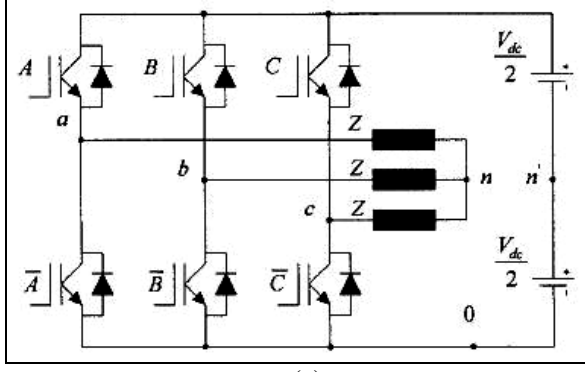
Uygulama da ise Üçgen dalga, temel bileşenin 44 katı seçilmiştir.



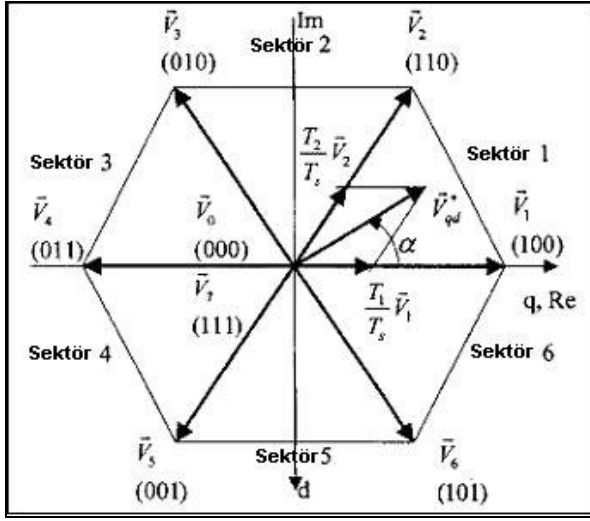
Şekil-4. Sinüs-Üçgen karşılaştırmalı çalışma için motor sargı akım ve gerilimi (Y-bağlı/Faz-Nötr)

4. UZAY VEKTÖR MODÜLASYONU VE SÜRÜCÜYE UYGULANMASI

Temel olarak 6 anahtarlı bir eviricinin anahtar konumları incelendiğinde, (üç alt ve 3 üst), $2^3=8$ farklı anahtar konumunun olduğu görülür. Uzay Vektör Modülasyonunda (UVM) bu 8 farklı durum alfa-beta düzleminde iki boyutlu vektörel nicelikler olarak temsil edilir. Aynı koldaki anahtarların birlikte iletimde ve kesimde oldukları 2 durum haricinde, geriye kalan 6 uzay vektörü, Şekil 5'deki gibi bir altgenin köşegenlerini oluşturmaktadırlar. Kalan iki durumda ise sıfır gerilim üretildiğinden, bu vektörler altgenin merkezinde yer almaktadırlar.



(a)



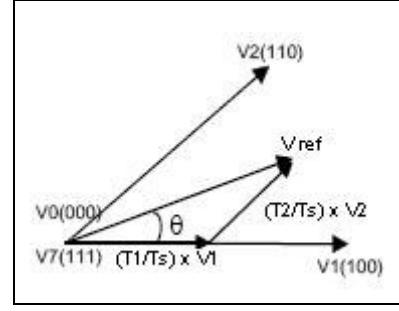
(b)

Şekil-5 (a).6 anahtarlı eviricinin anahtar konumları. (b).Anahtarlama sonucu üretilen uzay vektörleri.

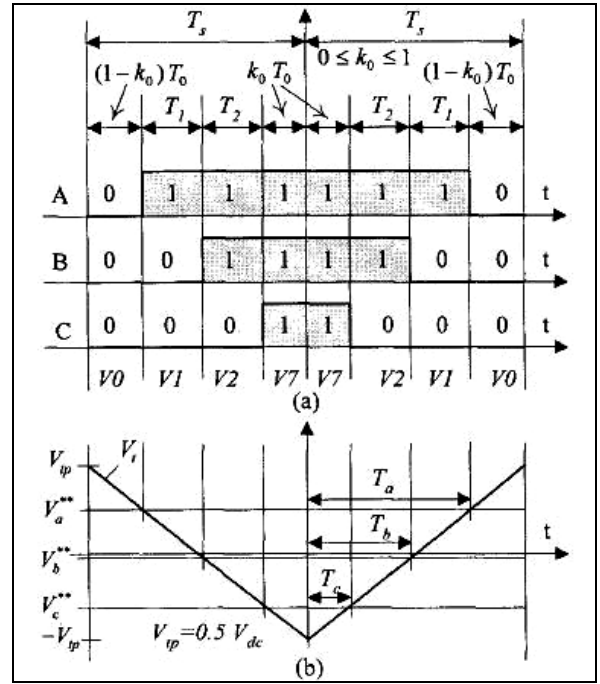
6 anahtarlı inverterde yer alan alttaki üç anahtar, üstteki anahtarların lojikel olarak değildir.

Uzay vektör modülasyonundaki temel amaç, herhangi bir referans vektörünün ardışık iki uzay vektörü ve merkezdeki "sıfır" vektörler kullanılarak sentezlenmesidir. Bu şekilde istenilen genlik ve frekansta üretilen (döndürülen) referans vektörü, 6 adet anahtarın uygun sürelerle devreye alınıp çıkarılması yolu ile istenilen genlik ve frekanstaki 3 fazlı gerilimlere dönüştürülebilir.

Bu yöntemin en önemli üstünlüğü anahtarlama frekansının sabit kalması, anahtarlama kayıplarının düşük olması, mevcut bara geriliminden daha etkin yararlanılması ve elde edilen gerilimin harmonik içeriğinin sinüs-üçgen karşılaştırma yöntemine göre daha düşük olmasıdır.



Şekil-6. Herhangi bir referans uzay vektörünün komşu iki vektör ve sıfır vektörler ile sentezlenmesi



Şekil-7.(a),(b) Birer anahtar konumu değiştirilerek elde edilen anahtarlama mantığı

$T = (2 \times T_s)$: Anahtarlama süresi (Örnekleme periyodu)

$T_0 = T - (T_1 + T_2)$: Sıfır vektör süresi

T_1 : V_1 vektörünün uygulanma süresi

T_2 : V_2 vektörünün uygulanma süresi

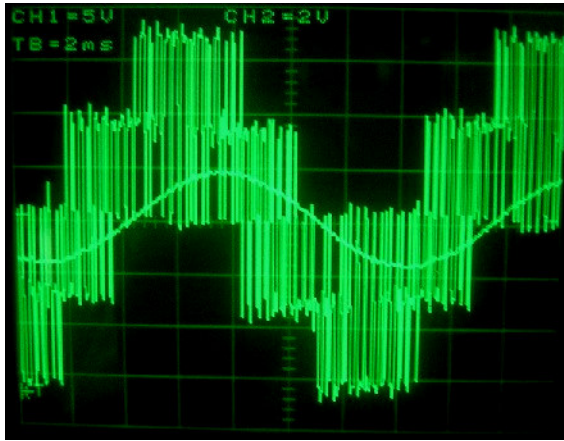
Sektör No	Uzay Gerilim Vektörleri
1	$T_s = T_1 + T_2 + T_0 + T_7$
2	$T_s = T_2 + T_3 + T_0 + T_7$
3	$T_s = T_3 + T_4 + T_0 + T_7$
4	$T_s = T_4 + T_5 + T_0 + T_7$
5	$T_s = T_5 + T_6 + T_0 + T_7$
6	$T_s = T_6 + T_1 + T_0 + T_7$

Tablo-1. Sektörlerdeki Gerilim vektörleri

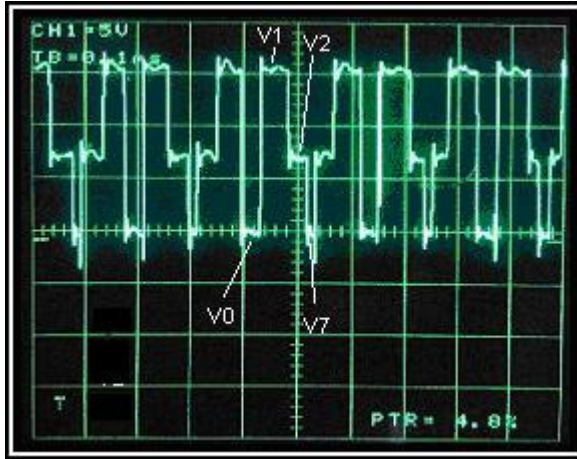
Şekil 6'daki birinci sektörde yer alan referans vektörün sentezlenebilmesi için, bir örnekleme periyodunun T_1 süresince V_1 , T_2 süresince V_2 vektörlerinin kullanılması gerekir. Örnekleme periyodunun (t_1+t_2) süresi dışındaki süre de V_0 ve V_7 vektörleri ile doldurulur.

Öncelikle referans vektörün hangi sektörde yer aldığı bulunur. Daha sonra, o sektörü oluşturan komşu iki vektörün bileşenleri olarak sentezlenir vektörlerin süresi hesaplanır. Bu işlemler, periyodik olarak devam eder.

Yukarıda açıklanan çalışma şekline uygun bir program yazılmış ve bir asenkron motoru besleyen eviriciye uygulanmıştır. Şekil-8'de bu çalışma şekline ait motor gerilimi ve akıma ait dalga şekilleri gösterilmiştir.



(a)



(b)

Şekil-8 (a). Motor akım ve geriliminin değişimi ve
(b). Motor geriliminin detaylı şekli

4. SONUÇLAR

IR 2130 tümleşik devresi ve 6 MOSFET ile tasarlanan güç katı ve PC paralel portu kullanılarak birçok temel güç elektroniği devresinin gerçekleştirilmesi mümkündür. Bu sayede d.a. ve a.a. motor sürücü sistemleri laboratuvar koşullarında gerçekleştirilerek çalıştırılabilir. Özellikle yüksek maliyetli DSP kartları ve ticari sürücüler kullanmaksızın modern a.a. sürücü devrelerinin uygulamalı olarak öğretilmesi ve ileri düzeyde çalışmalar yapılması açısından devre ve yöntem olukça elverişlidir.

KAYNAKLAR

- [1] Six output 600 V MGDs Simplify 3-Phase Motor Drives; No: INT 985,Uygulama notu.
- [2] IR 2130 Design Tips , “3 phase Bridge Drive with Overcurrent Protection”, INTERNATIONAL RECTIFIER, No: DT94-11, Uygulama notu.
- [3] Vladimir Blasko,A Hybrit PWM Strategy Combinig Modified Space Vector and Triangle Comparison Methods, IEEE, 1996, pp: 1872-1878
- [4] “Implemending Space Vector Modulation with the ADMCF32X”, ANALOG DEVICES INC. No:ANF32X-17, January 2000, pp:1-22
- [5] Keliang Zhou and Danwei Wang “Relationship Between Space Vector Modulation and Three Phase Carrier Based PWM:A Acomprehensive Analysis”, IEEE TRANSACTIONAL ON INDUSTRIAL ELECTRONICS, Vol.49, No:1, February 2002, pp:186-196