

DAİRESEL HAREKETLİ CİSİMLER ÜZERİNDEN TEMASSIZ OPTOELEKTRONİK İŞARET TRANSFER SİSTEMİ

Eldar MUSAYEV, İsmail TEKİN, Bayazit DİRİM
Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi
Elektronik Mühendisliği Bölümü Görükle Kampüsü 16059 Bursa
eldar@uludag.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, dairesel hareket eden cisimler üzerinden temassız bilgi transfer sistemi ele alınmıştır. İlk olarak hareketli cisimler üzerinde bulunan elektronik devrelerin besleme çeşitleri verilmiş ve önemli özellikleri açıklanmıştır. Daha sonra manyetik alanda hareket eden ve uçlarına LED bağlanmış sistem incelenmiş, LED üzerinden akan akım bulunmuş ve bu akımı etkileyen parametreler gösterilmiştir. Örnek olarak elektrik motorunun rotorundan bilgi transfer eden bir gösterilmiştir. LED ile oluşturulan ışın şiddetinin mesafe ile değişimi elde edilmiş ve incelenmiştir.

Anahtar kelimeler: temassız, manyetik alan, LED, indüklenen gerilim, rotor.

1. Giriş

Hareketli cisimlerin durumunun, parametrelerinin bilinmesi gerekebilmektedir. Hareketli cisimlerin parametrelerinin tespit edilmesi için cisim üzerinde bir elektronik devrenin yerleştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca hareketli cisimlerin üzerine yerleştirilmiş elektronik devrelerin bir besleme kaynağına ihtiyaçları vardır.

Lineer veya dairesel hareket eden cisimler üzerinden bilgi transferi ve elektronik devrelerin beslenmesi temaslı veya temassız olabilir.

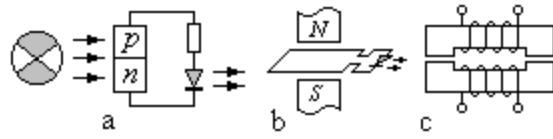
Temaslı bilgi transfer ve besleme çeşidinde, bilgi transferi esnek kablolar ile ve kollektör - fırça sistemleri ile gerçekleştirilebilir. Temassız bilgi transferi ve besleme çeşitlerinin kullanımı sınırlanmıştır, bazı durumlarda ise kullanımı imkansızdır.

Temassız besleme çeşitleri pilli ve indüklemeli olabilir. Pilli besleme çeşidinde cismin üzerine minyatür bir pil yerleştirilir. Pil olarak bir akü, batarya veya güneş pili kullanılabilir. Besleme kaynağı olarak, akü veya batarya kullanılırsa akülerin ve bataryaların periyodik şarjlarına ihtiyaç vardır. Bu da pilli sistemlerin kullanım alanını sınırlar. Ayrıca pilin boyutları ve ağırlığı cismin özelliklerini etkileyebilir ve cisim üzerine elektronik devrenin yerleşimini zorlaştırır.

Besleme çeşidi indüksiyon prensibine dayanırsa ve bilgi transferi optik olursa sistem basitleşir.

2. Temassız Besleme Çeşitleri

Temassız besleme çeşitleri indüklemeli ve optik olabilir. İndüklemeli besleme, mıknatıslı ve elektromanyetik olabilir. Şekil 1'de temassız besleme çeşitleri gösterilmiştir.



Şekil 1. Temassız besleme çeşitleri.

Burada: a-optik besleme çeşidi (güneş pilli), b-sabit mıknatıslı indüklemeli besleme çeşidi, c-elektromanyetik besleme çeşididir.

Güneş pilli besleme çeşidi çok geniş kullanılmaktadır. Ancak ışık kaynağı olmayan ortamlarda bir ışık kaynağına ihtiyaç vardır. Bazı ortamlarda da güneş pilleri gerekli akımı sağlayamamaktadır.

İndüklemeli besleme çeşitleri sabit mıknatıslı ve elektromanyetik olabilir. İndüklemeli besleme çeşitlerinin yapısı cismin hareketine göre değişmektedir.

3. Dairesel hareket eden cisimlerin üzerinde bulunan elektronik devrelerin beslenmesi ve işaretin transferi

Dairesel hareketli cisimlerde, harekette bulunan bölgede yerleşen elektronik devrenin beslenmesine ve bölgeden bilgi işaretinin transferine ihtiyaç vardır. Genelde harekette bulunan cisimden işaretin transferi için yüksek maliyetli kollektör-fırça sistemi kullanılmaktadır. Ancak bu durumda sistemin tasarımı ve düşük işaretlerin transferi zorlaşır. Çünkü kollektör-fırça sisteminde gerilim düşüşü ve rasgele sıçramalar oluşur. Bunlar ise elektronik devreleri etkilemektedir. Bu dezavantajlar düşük maliyetli temassız optoelektronik metotla tamamen engellenebilir.

Dairesel hareket eden cisimlerin beslenmesi sabit mıknatıslı ve elektromanyetik olabilir.

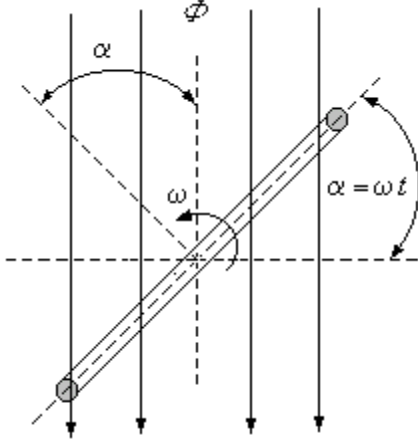
Sabit mıknatıslı besleme çeşitleri, dairesel hareket eden cisim üzerine nüvesiz veya nüveli bir bobinin yerleştirilmesi ve bu bobinin sabit mıknatıslı

manyetik alanında harekette bulunması ile gerçekleştirilmektedir.

Dairesel hareketli cismi bir çerçeve şeklinde tasarlandığını kabul edelim ve bu çerçevenin Şekil 2'de gösterildiği gibi manyetik alana yerleştirelim. Bu çerçeve manyetik alanda bir dairesel hız ile hareket ederse, çerçevede indükte edilen voltaj,

$$e = -\frac{d\Phi}{dt} \quad (1)$$

şeklinde ifade edilebilir. Burada Φ , alanın manyetik akısı, t ise zamandır.



Şekil 2. Çerçevenin manyetik alanında hareketini ifade eden diyagram.

Çerçeveden geçen manyetik akı, çerçevenin manyetik alandaki durumuna bağlıdır yani α -açısına bağlıdır.

$$\Phi = BS \cos \alpha = \Phi_m \cos \alpha \quad (2)$$

Burada: S ; çerçevenin alanıdır, $\Phi_m = BS$; manyetik akının maksimum değeridir.

N sarımlı çerçeve ω dairesel hızı ile hareket ederse çerçevenin açısı $\alpha = \omega t$ şeklinde değişmektedir. Böylece manyetik akı,

$$\Phi = N\Phi_m \cos \omega t \quad (3)$$

şeklide olur. Çerçevede indükte edilen voltaj ise

$$e = -N \frac{d\Phi}{dt} = \omega N\Phi_m \sin \omega t \quad (4)$$

şeklinde olur. Buradan indüklenen gerilimin maksimum değeri,

$$E_m = N\omega\phi_m \quad (5)$$

olacaktır. Böylece çerçevenin uçlarında indüklenen voltajı,

$$e = E_m \sin \omega t \quad (6)$$

şeklinde ifade edebiliriz. Şekil 4a'da elde edilen sinüzoidal gerilimin zaman diyagramları gösterilmiştir. Çerçevenin uçlarına, akım sınırlayıcı direnç ile bir LED bağlı ise (Şekil 3'de gösterildiği gibi) devreden akan maksimum akım,

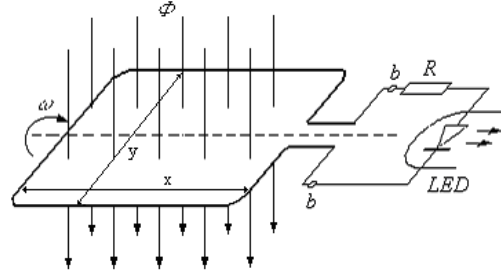
$$i_{\max} = \frac{E_m - U_{esik}}{R} \quad (7)$$

şeklinde ifade edilebilir. Burada: U_{esik} , LED'in eşik gerilimi, R , akım sınırlayıcı dirençtir.

LED üzerinden akım akması için bobinin uçlarında indükte edilen gerilimin maksimum değeri, LED'in eşik geriliminden büyük olmalıdır. Yani,

$$N\omega\phi_m > U_{esik} \quad (8)$$

olmalıdır.



Şekil 3. Çerçevenin uçlarına akım sınırlayıcı direnç ile bir LED'in bağlanması.

Bu bağlantı şeklinde LED üzerinden bir yarı periyotta akım akmaktadır. LED'in, akımı ışına çevirme katsayısı (K_{LED}) belli ise oluşan maksimum ışın şiddeti,

$$P_{LED} = K_{LED} \frac{E_m - U_{esik}}{R} \quad (9)$$

şeklinde olur. $E_m = N\omega\phi_m$ ve $\phi_m = BS$ ve

$S = xy$ olduğundan (x ve y çerçevenin boyutları),

$$P_{LED} = K_{LED} \frac{N2\pi f Bxy - U_{esik}}{R} \quad (10)$$

şeklinde olur. Çerçevenin yapısında kullanılan telin direnci çok küçük olduğundan dolayı $U_m = E_m$ olarak kabul edebiliriz.

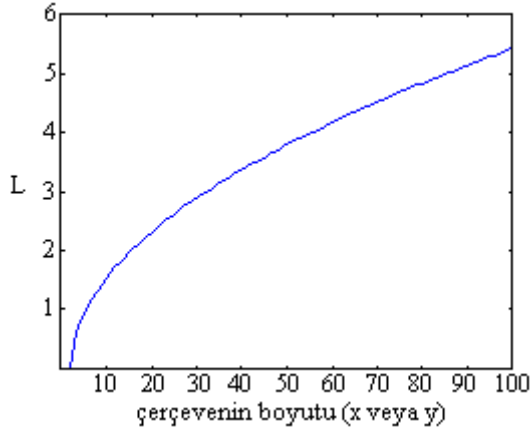
Fotoalıcıya ulaşan ışın şiddeti,

$$P_{FA} = \frac{P_{LED}}{L^2} \quad (11)$$

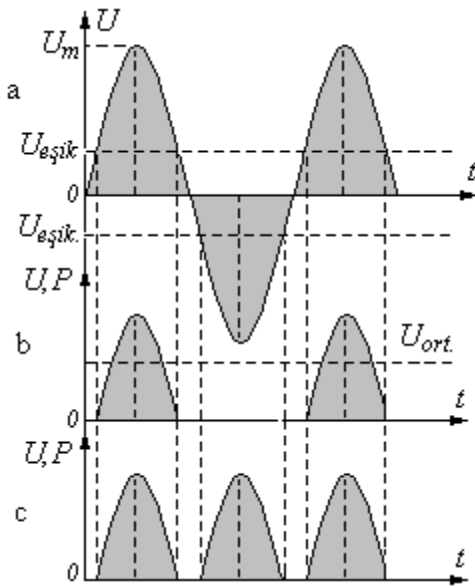
şeklindedir. Burada, L ; LED ile fotoalıcı arasındaki mesafedir. Buradan, fotoalıcı ile LED arasındaki maksimum mesafe (10) ve (11) eşitlikleri kullanılarak,

$$L = \sqrt{\frac{P_{LED}}{P_{FA}}} = \sqrt{\frac{K_{LED} \frac{N2\pi f Bxy - U_{esik}}{R}}{P_{FA}}} \quad (12)$$

şeklinde bulunabilir. Burada P_{FA} fotoalıcının algılayabileceği minimum ışık şiddetidir. Bu ifadeden de görüldüğü gibi mesafe, çerçevenin boyutlarına bağlıdır. Şekil 5'de çerçevenin boyutları ile (x ve y) mesafenin değişimi gösterilmiştir.



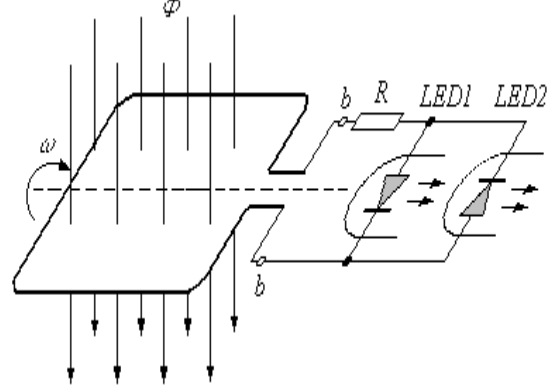
Şekil 5. LED ile fotoalıcı arasındaki mesafenin çerçevenin boyutları ile değişimi.



Şekil 4. İşaretlerin oluşmasını açıklayan zaman diyagramları.

Zaman diyagramlarından görünmektedir ki sinüzoidal işaretinin başlangıç bölgelerinde bozulmalar oluşmaktadır. Buna göre sistem tasarımında bu durumu hesaba katmak gerekmektedir.

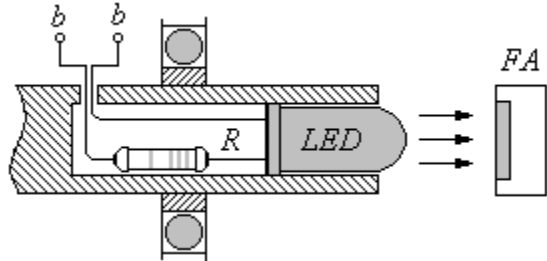
Çerçevenin uçlarına bir LED bağlı olduğu durumda işaretin yarı periyodu ışına çevrilmiş olur. Sinüzoidal işaretinin pozitif ve negatif yarı periyotlarının oluşturulması gerekirse çerçevenin uçlarına zıt yönde paralel iki LED'in bağlanması gerekir. Şekil 5'de çerçevenin uçlarına LED'lerin uygulanması gösterilmiştir.



Şekil 5. Çerçevenin uçlarına zıt yönde paralel bağlanmış LED'lerin uygulanması.

Çerçeve uçlarında oluşan gerilimin maksimum değeri LED'in eşik geriliminden büyük olması gerekir. Gerilimin maksimum değeri eşik gerilimin değerinden ne kadar büyük olursa sinüzoidal işarettaki bozulmalar o kadar az olur.

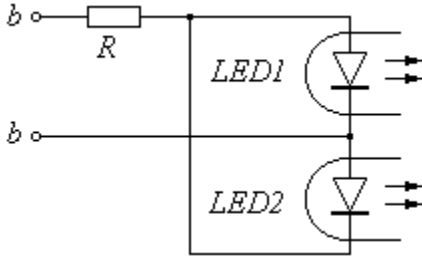
Önerilen prensip motor kontrol sistemlerinde hız kontrolü ve motorun iç parametrelerinin tespiti için kullanılabilir.



Şekil 6. Motor rotorundan işaretin temassız transferi.

Sistemin pratik gerçekleştirilmesi için motorun rotoruna bir bobin yerleştirilir. LED ve akım sınırlayıcı direnç ise (Şekil 6'de gösterildiği gibi) motorun milinde önceden açılan delik içine yerleştirilir ve bobinin uçlarına bağlanır. LED ışınları bir fotoalıcı ile algılanır ve fotosinyala dönüştürülür. Böylece dairesel harekette bulunan cisimden (motor rotorundan) işaretin temassız transferi gerçekleştirilir.

Sistemin yapısında kızılötesi LED'ler kullanılmaktadır. İki yarı periyotta çalışan sistemde bir kutu içinde iki ışın verici kristal içeren LED'ler kullanılabilir. Şekil 7'de iki kristalli LED'in bağlantı şeması gösterilmiştir.



Şekil 7. İki kristalli LED'in bağlantı şeması.

Önerilen sistem, bir takogeneratör gibi de kullanılabilir. Motoru hızının belirlenmesi gerekir ise optik işaretinin frekansının belirlenmesi yeterlidir.

Akım sınırlayıcı direnci bir termorezistör ile gerçekleştirilmişse rotorun sıcaklığı tespit edilebilir.

Önerilen optoelektronik sistem çok parametreliliği gibi de kullanılabilir. Örneğin fotosinyalin genliği rotorun parametrelerini, fotosinyalin frekans-hızı ve fotosinyalin maksimum bölgelerindeki bozulmalar -motor rulmanlarının durumunu ifade edebilir.

Sonuçlar

Dairesel hareket eden cisimler (örneğin bir motor) üzerinden optoelektronik yöntemler ile bilgi transferi incelenmiştir. Manyetik alanda dönen çerçevenin uçlarında indükte edilen gerilimin ifadesi elde edilmiştir. Bu gerilim değeri LED'in eşik geriliminden büyük olmalıdır. Çerçevenin uçlarına LED'in bağlanması gösterilmiştir. LED akımını ifade eden denklemler verilmiştir. LED ile fotoalıcı arasında olabilecek maksimum mesafe LED akımdan hareketle bulunmuştur. Mesafenin çerçevenin boyutları ile değişimi grafik olarak verilmiştir.

Kaynaklar

1. Principles of Electrical Engineering, Vincent Del TORO, Prentice-Hall of India Private Limited, New Delhi, 1968.
2. Regelungstechnik mit elektronischen Bauelementen, Karl Xander/ H.Herman Enders, Werner-Verlag, Düsseldorf, 1981.
3. Formeln der Elektrotechnik und Elektronik, Albrecht Möschwitzer, Hanser Verlag, München, 1986
4. Hewlett-Packard, Optoelectronics Designer's Catalog, 1991-1992
5. E. Musayev, "Optoelektronik Devreler ve Sistemler", Birsan Yayınevi, İstanbul, 1999.
6. E. Musayev, Ö. Adışen, İ. Tekin "Lazer ışının ulaşım mesafesinin belirlenmesi", V. Bilgisayar-Haberleşme Sempozyumu. 18-22 Kasım, Bursa, 1998.
7. Elektromanyetik Alan Teorisi", Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 2000.
8. <http://www.reliance.com/RelianceElectric-Basic Motor Theory.htm>

9. <http://www.renishew.com>

10. <http://www.irtelemetrics.com>