

LED – LED SİSTEMİNİN ARAŞTIRILMASI VE UYGULAMALARI

Eldar MUSAYEV

Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi,
Elektronik Mühendisliği Bölümü, 16059, Görükle, Bursa
e-posta: eldar@uludag.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada LED-LED sistemi araştırılmıştır. LED'in amacı akım geçirirken ışın vermektir. Ancak LED aynı anda bir fotoalıcı olarak da kullanılabilir. Araştırmalar göstermektedir ki fotoalıcı şeklinde çalışan LED'in elektrik ve optik özellikleri verici şeklinde çalışan LED'inki gibidir. LED'in fotoalıcı olarak çalışmasını araştırmak için bir deney seti geliştirilmiştir. Araştırmalar için kızılötesi ve görünen spektrumlu (kırmızı) LED'ler seçilmiştir. Çeşitli LED'ler için alıcı şeklinde çalışan LED'in fotosinyali ile verici şeklinde çalışan LED akımı arasındaki bağlantıyı ifade eden diyagramlar elde edilmiştir. Alıcı LED'in fotoiletken ve fotovoltaj rejimleri ve mesafe ile fotosinyalin değişimi araştırılmıştır. Araştırmalar göstermektedir fotoalıcı şeklinde çalışan LED'ler yüksek duyarlılığa sahiptirler ve rahatça fotoalıcı şeklinde kullanılabilirler. Makalede LED-LED sisteminin uygulama örnekleri verilmiştir.

Anahtar kelimeler: LED (Light Emitting Diode – Işın Verici Diyotlar), LED-LED sistemi, fotoalıcı, karakteristikler, uygulamalar.

1. GİRİŞ

LED'ler (Light Emitting Diode – Işın Verici Diyotlar) günümüzde en yaygın kullanılan elektronik elemanlardan biridir. LED üzerinden belirli bir miktarda akım geçirildiğinde, bu akımın değerine ve LED'in tipine göre değişen şiddette LED bir ışın verir. Işının dalga boyu LED'in yapısında kullanılan yarıiletken malzemeye bağlıdır. Günümüzde üretilen LED'ler ile oluşturulan ışınlar, morötesi bölgeden başlayarak kızılötesi bölgesine kadar olan aralıkta kvazimonokromatik spektrumudur.

Işın verici olarak tasarlanan LED'ler bir fotoalıcı olarak, fotodiyot gibi çalışabilirler. LED'lerin bir fotoalıcı gibi kullanılması durumunda, aynı tipteki LED'ler için maksimum oranda spektrum uyumluluğu sağlanır. LED -

LED sisteminin çeşitli uygulama alanları mevcuttur. Bu önemli avantajlar bu konuda var olan boşluğun doldurulması için araştırmaların yapılmasına olanak sağlamaktadır.

2. LED'lerin ÇEŞİTLERİ VE KARAKTERİSTİKLERİ

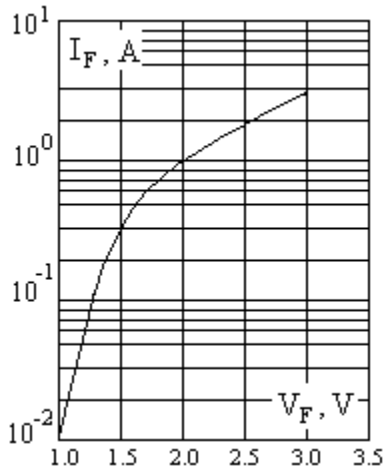
LED'ler çeşitli yarıiletken malzemelerden tasarlanabilirler ve yapısında kullanılan malzeme, ışının spektrumunu belirlemektedir. Tablo-1'de örnek olarak LED'in yapısında kullanılan malzemeye göre elde edilen dalga boyları görülmektedir.

Tablo-1.

Yarı iletken malzeme	Dalga boyu, μm
<i>SiC, InGaP, GaN</i>	0.4.....0.68
<i>GaP, GaAsP</i>	0.60.....0.70
<i>GaAs, GaAsP</i>	0.70.....0.95
<i>GaAlAs,</i>	0.70.....0.95
<i>GaAsSb, AlGaAsSb</i>	1.00.....2.00

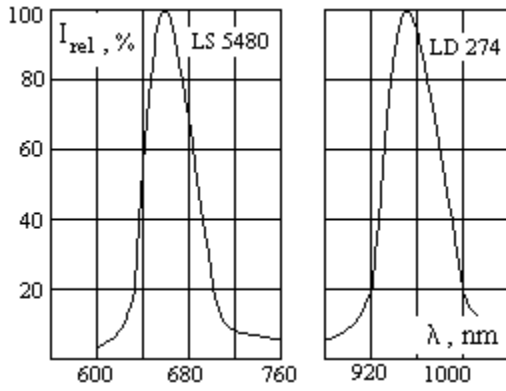
LED bir ışın verici olarak kullanıldığında önemli karakteristikleri: Akım–Gerilim karakteristiği, spektrum karakteristiği ve ışın diyagramı olarak belirlenebilir. Örnek olarak Şekil-1, Şekil-2 ve Şekil-3'de bu karakteristikler gösterilmiştir.

Şekil 1'de LED'in akım-gerilim karakteristiği gösterilmiştir. Bu şekilden görülmektedir ki akım ile gerilim arasındaki bağıntı lineer değildir. LED bir fotoalıcı şeklinde çalıştırıldığı durumda fotoiletken rejiminde akım-gerilim karakteristiğinin tıkama bölgesi kullanılır.



Şekil-1. LED'in akım – gerilim karakteristiği

LED bir ışın verici olarak çalıştığı durumda, spektrum karakteristiği spektrum emisyonunun dalga boyu ile değişimini göstermektedir.

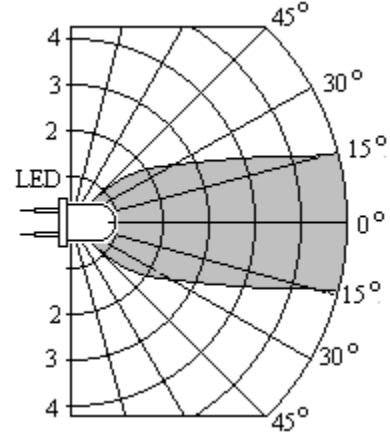


Şekil-2. Kırmızı (LS5480 tipi) ve kızılötesi (LD274 tipi) LED'lerin spektrum karakteristikleri

Şekil 2'de kırmızı (LS5480 tipi) ve kızılötesi (LD274 tipi) LED'lerin spektrum karakteristikleri gösterilmiştir. Bu spektrum karakteristikleri, fotoalıcı şeklinde çalışan LED'ler için de geçerlidir.

Şekil 3'de LED'in ışın diyagramının bir örneği gösterilmiştir. Işın diyagramının açısı LED'lerin tipine göre değişir.

Verici şeklinde çalışan LED için verilen bu karakteristikler LED'in bir fotoalıcı olarak kullanıldığı durumda da geçerlidirler. Spektrum karakteristikleri aynı tipteki LED'ler için verici olarak ve alıcı olarak çalıştığı durumda aynıdır. Çünkü spektrum karakteristikleri LED'in yapısında kullanılan yarıiletken malzemeye bağlıdır ve LED'in fotoalıcı şeklinde çalışması spektrum karakteristiklerini etkilemez.

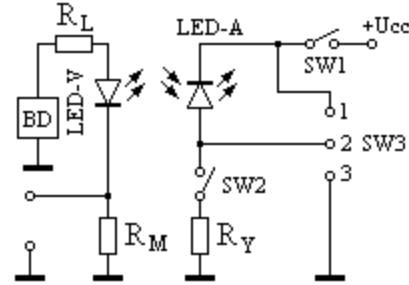


Şekil-3. LED'in ışın diyagramı

3. LED - LED SİSTEMİNİN ARAŞTIRILMASI

LED – LED sisteminin araştırılması için bir deney düzeneği geliştirilmiştir. Şekil-4'de bu deney düzeneğinin basitleştirilmiş şeması görülmektedir.

Şekil-4'de BD-besleme devresi, R_L -LED akımını belirleyen direnç, R_M -LED akımını ölçmek için 1Ω 'luk direnç, R_Y - yük direnci, SW1, SW2 ve SW3 fotoalıcı olarak çalışan LED'in bağlantı şeklini belirleyici anahtarlardır.

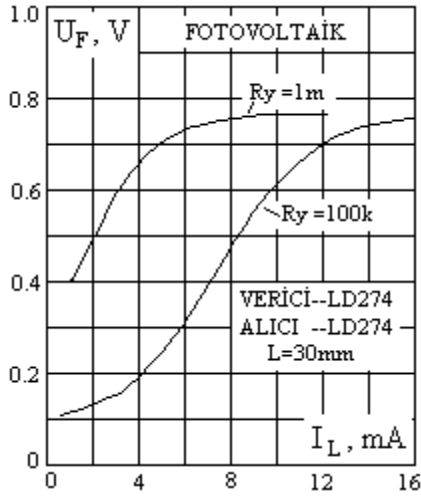


Şekil-4. LED – LED sisteminin araştırılması için geliştirilmiş deney düzeneği.

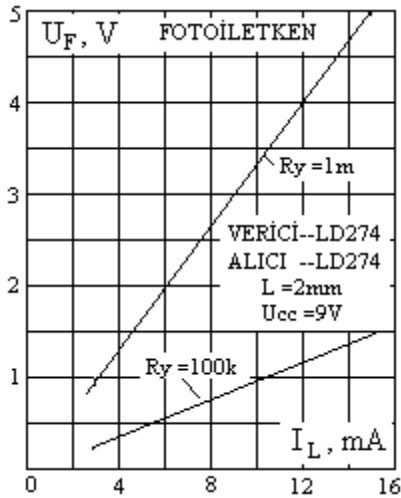
Bu deney düzeneğinde alıcı olarak kullanılan LED fotosinyalinin verici olarak kullanılan LED akımı ile değişimi araştırılmıştır. Alıcı LED fotodiyotlardaki gibi fotoiletken ve fotovoltaj rejimlerde denenmiştir. Denemeler yapılırken alıcı şeklinde çalışan LED'in doyuma girmemesi sağlanmıştır. Fotoiletken rejimde besleme gerilimi $U_{cc}=9V$, yük direnci $R_y=1M\Omega$ ve $R_y=100k\Omega$ olarak seçilmiştir. Verici olarak çalışan LED'in akımı ise 3mA ile 15mA arasında değiştirilmektedir.

Önce VERİCİ - LD274 (kısaltılmış V-LD274) ve fotovoltaj rejiminde çalışan ALICI-LD274 (kısaltılmış A-LD274) tipi LED'ler için Şekil-4'de gösterilen deney

düzeneğinden yararlanarak araştırmalar yapılmıştır. Dene sonuçlarından yararlanarak Şekil-5’de gösterilen diyagramlar elde edilmiştir.



Şekil-5. VERİCİ-LD274 ve fotovoltaj rejiminde çalışan ALICI-LD274 tipi kızılötesi spektrumlu LED’ler için LED akımı ile fotosinyalin arasındaki bağıntıyı ifade eden diyagramlar



Şekil-6. VERİCİ-LD274 ve fotoiletken rejiminde çalışan ALICI-LD274 tipi kızılötesi spektrumlu LED’ler için LED akımı ile fotosinyalin arasındaki bağıntıyı ifade eden diyagramlar

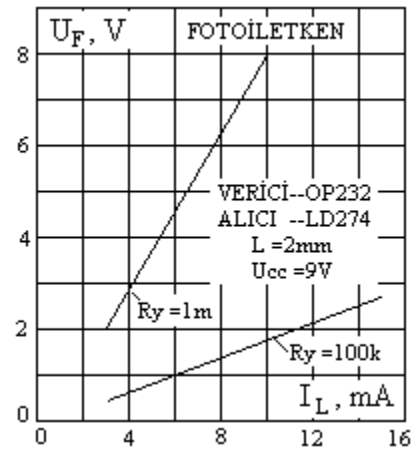
Şekil-5’de gösterilen deney sonuçları elde edilirken alıcı LED doyuma girmemesi için, verici ile alıcı arasındaki mesafe $L = 30\text{mm}$ olarak seçilmiştir. Diyagramlardan görülmektedir $U_F=f(I_L)$ bağıntısı fotodiyotlarda gibi lineer değildir.

Aynı V-LD274 ve A-LD274 tipi LED’ler için alıcının fotoiletken rejiminde çalışırken araştırmalar yapılmıştır.

Şekil-6’de deney sonuçlarından elde edilen diyagramlar gösterilmiştir.

Şekil-6’da gösterilen diyagramlardan görülmektedir ki fotoiletken rejiminde kızılötesi LED’ler için elde edilen diyagramlar (fotodiyotlarda gibi) lineerdir.

Verici LED olarak OP232 tipi kızılötesi LED kullanılarak deneyler tekrarlanmıştır. Deneyler alıcının fotoiletken rejimi için yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar diyagram şeklinde Şekil-7’de gösterilmiştir.



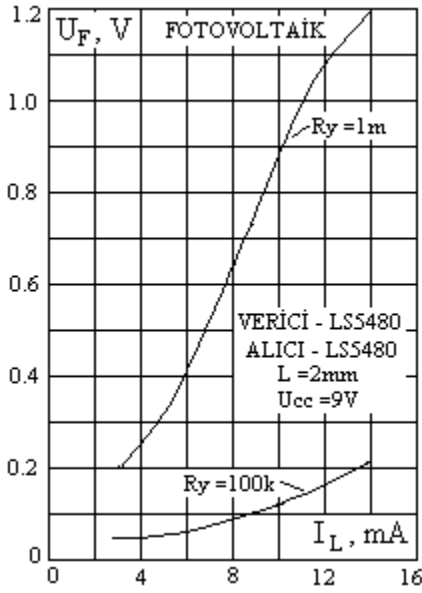
Şekil-7. VERİCİ-OP232 ve fotoiletken rejiminde çalışan ALICI-LD274 tipi kızılötesi spektrumlu LED’ler için LED akımı ile fotosinyalin arasındaki bağıntıyı ifade eden diyagramlar

Şekil-7’den görülmektedir ki verici LED farkı tipte olursa da karakteristikler lineerdir. Yeter ki LED’ler aynı spektrum karakteristiklerine sahip olsun.

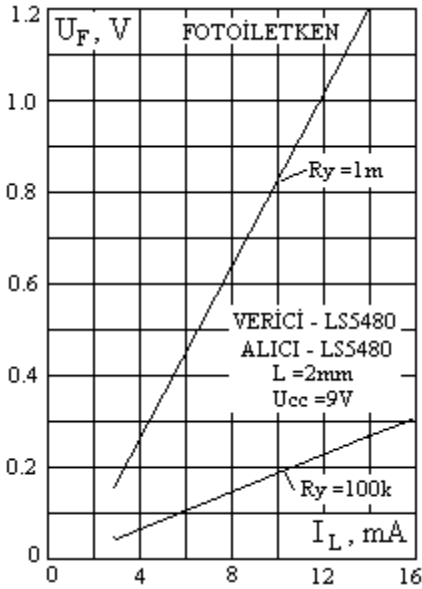
Fotovoltaj rejiminde çalışan LED’in iç direnci çok yüksektir ve doğal olarak gereken duyarlılığı elde etmek için yük direnci çok yüksek değerlerde seçilmelidir. Denemelerde bu direncin değeri $100\text{k}\Omega$ ve $1\text{m}\Omega$ olarak alınmıştır.

Fotoiletken rejiminde daha yüksek duyarlılık elde edilir ve geniş oranda lineerlik sağlanır. Bu rejimde de fotoakımların çok küçük olması nedeniyle çok büyük değerlerde yük direncine ihtiyaç vardır.

Bir örnek olarak aynı denemeler kırmızı ışık veren LS5480 tipi LED’ler için yapılmıştır ve deney sonuçları diyagram şeklinde fotovoltaj ve fotoiletken rejimler için Şekil-8 ve Şekil-9’da gösterilmiştir.



Şekil-8. VERİCİ-LS5480 ve fotovoltaj rejiminde çalışan ALICI-LS5480 tipi kırmızı ışık veren LED'ler için LED akımı ile fotosinyalin arasındaki bağıntıyı ifade eden diyagramlar

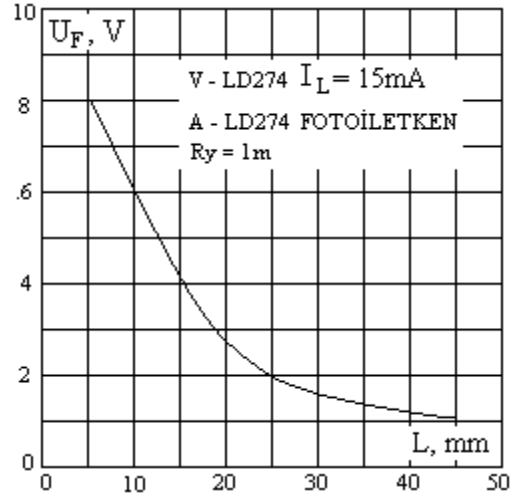


Şekil-9. VERİCİ-LS5480 ve fotoiletken rejiminde çalışan ALICI-LS5480 tipi kırmızı ışık veren LED'ler için LED akımı ile fotosinyalin arasındaki bağıntıyı ifade eden diyagramlar

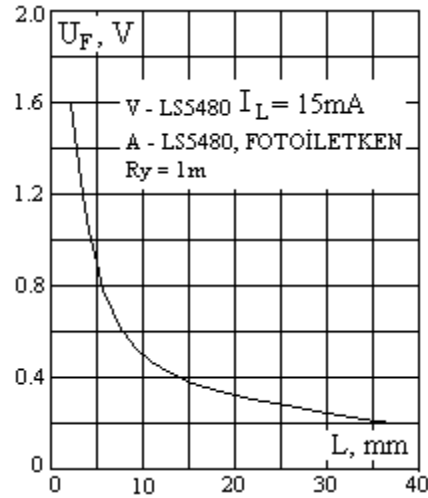
Şekil-8 ve Şekil-9'da gösterilen diyagramların incelenmesi göstermektedir ki kızılötesi LED'ler için yapılan yorumlar kırmızı LED'ler için de geçerlidir.

Aynı denemeler yeşil ve sarı ışık veren LED'ler için de yapılabilir. Ancak LED'ler seçilirken, seçilen LED'lerin kılıfları ya şeffaf ya da mercekli olması şarttır.

LED-LED sisteminin uygulama alanlarının belirlenmesi için verici LED ile alıcı LED arasındaki mesafenin fotosinyale etkisini bilmek gerekir. Bunun için verici LED'in akımını ve alıcı LED'in yük direncini sabit tutarak, fotosinyalin mesafe ile değişimi araştırılmıştır. Araştırma sonuçları kızılötesi ve kırmızı LED'ler için diyagramlar şeklinde Şekil-10 ve Şekil-11'de gösterilmiştir.



Şekil-10. Kızılötesi verici LED ve kızılötesi alıcı LED arasındaki mesafe ile fotosinyalin değişimi.



Şekil-11. Kırmızı verici LED ve kırmızı alıcı LED arasındaki mesafe ile fotosinyalin değişimi

Grafiklerden görülmektedir ki fotosinyalin mesafe ile değişimi lineer değildir. Mesafe artınca fotosinyalin genliği hızla düşmektedir.

4. LED – LED SİSTEMİNİN UYGULAMA ÖRNEKLERİ

Bir fotoalıcı ışın verici olarak kullanılamaz. LED ise aynı anda hem verici olarak hem de alıcı olarak kullanılabilir. LED'lerin böyle özelliğe sahip olması çok ilginç

uygulama imkanlarını vermektedir. Örnek olarak bunlardan bir kaçını açıklayalım.

LED – LED sistemi bir dönüşümlü optokuplör olarak kullanılabilir. Böyle bir optokuplör çift yönde çalışabilir.

Çeşitli renklerde LED – LED sistemleri kullanarak bir renk algılayıcı tasarlanabilir. Burada LED'in spektrum karakteristiğinin monokromatiğe yakın olması özelliği kullanılmaktadır.

Bir hareketli nesnenin (cismin) optik özelliklerinin belirlenmesi için bu nesnenin üzerinden ışık geçirilir ve fotoalıcıya ulaşan ışın şiddetine göre optik sıklığı belirlenir. Algılama bölgesinde cismin hareketi gürültü oluşturmaktadır ve ölçümleri zorlaştırmaktadır. Böyle hareketli cisimler optik özelliklerinin belirlenmesi için çift taraftan algılama yöntemi uygulanır. Bu durumda LED-LED sistemi kullanılmış ise her bir LED'in aynı anda hem bir alıcı hem de bir verici olarak kullanılmaktadır.

Kızılötesi uzaktan kumanda sistemlerinde verici LED aynı anda kumanda devresinin programlanması için kullanılabilir. Programlama sırasında LED bir alıcı olarak kullanılmaktadır.

5. SONUÇLAR

LED'in amacı ışın oluşturmaktır. Ancak araştırmalar göstermektedir ki LED bir alıcı (fotoalıcı) gibi de kullanılabilir. Araştırmalar göstermektedir ki fotoalıcı şeklinde çalışan LED'lerin optik ve elektrik özellikleri verici şeklinde çalışan LED'lerinki gibidir. Fotoalıcı şeklinde çalışan LED'in ışın algılama özelliklerinin araştırılması için bir deney seti tasarlanmıştır ve denemeler için kızılötesi ve kırmızı ışın veren LED'ler seçilmiştir. Araştırmalar göstermektedir ki alıcı şeklinde çalışan LED'ler yüksek duyarlılığa sahiptirler ve rahatça bir fotoalıcı olarak kullanılabilirler. LED'in bir fotoalıcı şeklinde kullanılması durumunda verici ve alıcı olarak aynı tipteki LED'lerin kullanılması yüksek spektrum uyumluluk sağlamaktadır.

LED-LED sistemi devre tasarımında çeşitli amaçla kullanılabilir. Çalışmada bir kaç uygulama örneği açıklanmıştır.

6.KAYNAKLAR

- [1]. Bergh, A. A., Dean, PiJ., "Light – Emitting diyotes.", Clarendon, Oxford, 1976.
- [2]. Miller,D.A.B., "Semiconductor optoelectronic devices", Stanford University, Prentice Hall, Stanford, 2002, p.178
- [3]. Coldren, L.A., Corzine, S.W., "Diode, lasers and photonic integrated circuits", Wiley, New York, 1995.
- [4]. J. Gowar, "Optical Communication Systems", Prentice Hall International, Hemel Hempsted, 1984.

[5]. J. Jones, P. Leilabody and D. Jackson, "Monomode Fiber-optic Sensors", Int. J. Optic Sensors, 1, 1986

[7]. B. Culshaw, "Optical Fiber Sensing and Signal Processing", Peter Pregonus, London, 1984.

[8]. E. Musayev, "Optoelektronik Devreler ve Sistemler", Birsen Yayınevi, İstanbul, 1999, 284 s.

[9]. D. F. Clark and Moir, "Application of a PLL and ALL Noise Reduction Process in Optical Sensing Systems", IEEE Trans. On Industrial Electronics, vol 44, no 1, 1987.

[10]. Rakes, Charles, D., "Looking at Optoelectronic Devices", Popular Electronics, vol 14, issue 9, 1997, p. 64-67

[11]. Miyazaki Kumiko, "Optoelectronics-related Competence Building in Japanese and European Firms", Research Evaluation, 1.2, 1993, p.89-96.

[12]. Miyazaki Kumiko, "Building Technology Competencies in Japanese Firms", Industrial Research, Technology Management, sept., oct. 1999, p.39-45.

[13].SIEMENS, Optoelectronics, Data Book, 1996

[14].SIEMENS,Photodetectors and IR Emitters, Data Book, 1996