



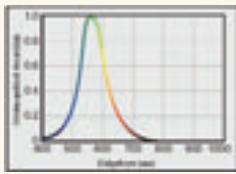
Kendimiz Yapalım

Yavuz Erol*

Kızılötesi LED'li Aydınlatma

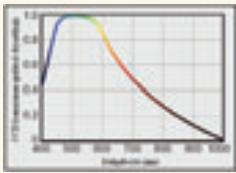
Bu ayki yazıda, karanlık bir ortamdaki nesnelere görebilmeyi sağlayan bir sistemden bahsediliyor. Sistemin temel çalışma mantığı, CCD kameraların ve sayısal fotoğraf makinesi objektiflerinin kızılötesi ışığa çok duyarlı olması ilkesine dayanıyor. Bu tür sistemler genellikle mağazaların güvenlik kameralarında bulunuyor. Son yıllarda bazı otomobil üreticileri sürücünün karanlıkta görüş yeteneğini arttırmak için normal farlara ek olarak kızılötesi far sistemleri de kullanıyor. Araç üzerindeki bir kamera, kızılötesi ışıkla aydınlatılan yol görüntüsünü sürücünün görebileceği bir LCD ekrana aktarıyor. Böylece, görüş alanı içindeki bütün ayrıntılar daha iyi görülebiliyor. Kızılötesi farın ışığı karşıdan gelen sürücü tarafından görülemediği için herhangi bir kamaşma etkisi de oluşmuyor. Bilgisayar web kameralarının bazı modellerinde de benzer özellikler bulunuyor. Kızılötesi LED'ler karanlıkta otomatik olarak devreye giriyor. Bu sayede, bilgisayar başında arkadaşıyla sohbet eden kişinin görüntüsü ortam karanlık olsa da net bir şekilde karşıdakine ulaşabiliyor. Bu yazıda verilen aydınlatma sistemi ile deneysel uygulamalar yapmak da mümkün.

İnsan gözü, en fazla 555 nm dalga boyu yeşil ışığa duyarlıdır. Dalga boyu daha büyük veya daha küçük olduğunda, gözün algılama hassasiyeti azalır. Kişiden kişiye değişmekle birlikte, çoğu insan 380 nm ile 760 nm dalga boyu aralığını görür. Şekil 1'den görüldüğü gibi, bu aralıktaki ışığın rengi mavinden kırmızıya doğru uzanır. Mavinin sol tarafında kalan morötesi (UV) ışığı ve kırmızının sağ tarafında kalan kızılötesi (IR) ışığı insan gözü göremez.



Şekil 1: Gözün görebildiği dalga boyu aralığı

Bir CCD kameranın spektral duyarlılığı ise Şekil 2'deki gibi. Kamera objektifinin insan gözüne kıyasla kızılötesi ışığa çok daha duyarlı olduğu açıkça görülüyor. Karanlık bir ortamda kızılötesi aydınlatma yapıldığında göz herhangi bir şey göremezken, CCD kamera çok rahat bir şekilde nesnelere görebiliyor.



Şekil 2: CCD kameranın duyarlılığı

Aydınlatmada kullanılan ışığın dalga boyu arttıkça CCD kameranın duyarlılığı azaldığı için etki-

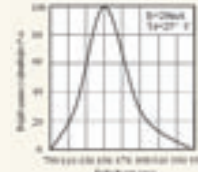
li bir aydınlatma yapabilmenin yolu uygun özellikte LED seçmekten geçiyor. Şekil 3'de IR LED çeşitleri görülmekte.



Şekil 3: IR LED çeşitleri

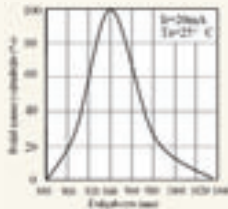
Karanlık ortamda aydınlatma mesafesinin fazla olması için üreticiler genellikle 850 nm veya 880 nm dalga boylu kızılötesi LED'ler kullanmakta. Bu tür LED'ler büyük şehirlerdeki elektronik firmalarıyla irtibat kurularak temin edilebilir.

Şekil 4'de 850 nm dalga boylu LED'in bağlı ışınma yoğunluğu eğrisi görülmüştür. Bu eğri, 25 santigrad derece ortam sıcaklığında, LED'den 20mA akım geçerken, LED'in hangi dalga boylarında ışık yaydığını gösteriyor. LED üreticisi firma tarafından bu LED'in spektral band genişliği 45 nm olarak belirtilmiştir.



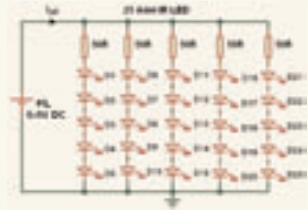
Şekil 4: 850 nm IR LED'in karakteristiği

Ülkemizde dalga boyu 940 nm olan LED'leri temin etmek çok daha kolay. Çünkü bu tipteki LED'ler TV uzaktan kumandalarında da kullanılıyor. 940 nm dalga boylu LED için ışınma yoğunluğu eğrisi Şekil 5'de görülmüştür. Kızılötesi aydınlatma sisteminde bu türdeki LED'ler rahatlıkla kullanılabilir. 940 nm'lik LED'lerin tek olumsuz yanı, aydınlatma mesafesinin 850 nm'lik LED'lere göre daha az olması.



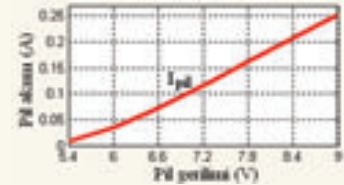
Şekil 5: 940 nm IR LED'in karakteristiği

Şekil 6'da basit bir LED sürücü devresi görülmüyor. Devrede DC gerilim kaynağı ve 5 adet 56 ohm'luk direnç bulunuyor. Kızılötesi LED'ler 5'li guruplar halinde seri bağlı. Devrede toplam 25 adet LED var.



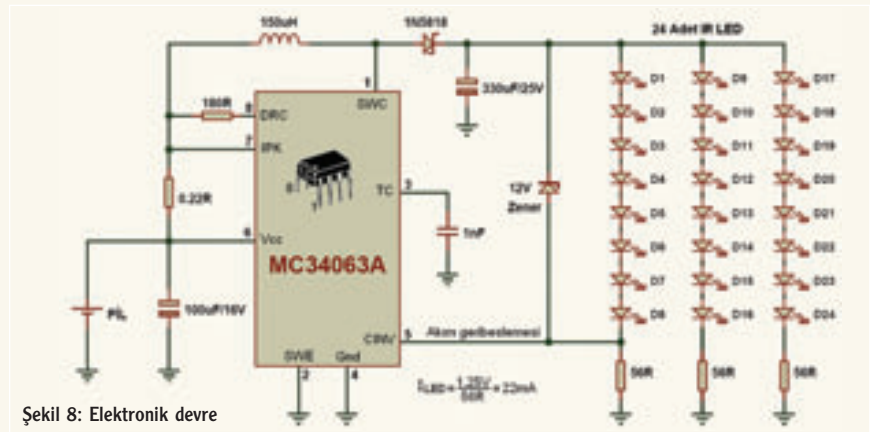
Şekil 6: Dirençle LED akımını sınırlama

Devredeki kızılötesi LED'lerin ileri yön gerilimi 1.2V civarında. 7.2V'luk kaynak gerilimi için LED akımı 20mA seviyesindedir. Bu elektronik devre 6-9V'luk giriş gerilimi aralığında çalışıyor. 9V'luk kaynak için her bir LED'den geçen akım 50mA olurken, 6V'luk kaynak için LED akımı 7mA'e düşüyor. Şekil 7'de kaynak geriliminin değişimine bağlı olarak toplam LED akımının değişimi görülmüştür.



Şekil 7: LED akımının gerilime bağlı değişimi

Şekilden görüldüğü gibi, kaynak gerilimi düşüldükçe LED akımı çok fazla düşmektedir. Bu durum, aydınlatma sisteminin pil veya batarya ile çalıştırılması halinde önem arz ediyor. Çünkü LED akımının azalması, aydınlatma mesafesinin önemli derecede düşmesi anlamına geliyor. Bu olumsuzluğu gidermek için besleme geriliminin azalmasına karşın, LED akımını sabit tutacak bir elektronik devre tasarlamak gerekiyor. Şekil 8'de görülen devre bu beklentiyi fazlasıyla karşılıyor.



Şekil 8: Elektronik devre

Kendimiz Yapalım

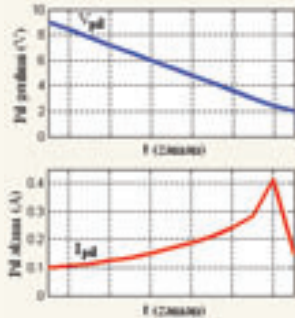
Elektronik devre MC34063A entegresi kullanılarak oluşturuldu. Bu entegre DC-DC dönüştürücü uygulamalarında iyi bir performans gösteriyor. Yükseltici modda çalışan devrede 150 uH indüktanslı bir bobin, 1N5818 şotki diyot ve birkaç eleman bulunuyor. Devredeki IR LED'ler 8'li gruplar halinde seri bağlı. Toplam LED sayısı 24. Akım geri beslemesi sayesinde LED akımı belirli bir değerde sabit tutuluyor. Akım değeri $1.25V/R_s$ formülü yardımıyla hesaplanıyor. 56 ohm'luk direnç için akım değeri 22mA olmakta. Devrede akım geri beslemesi tek bir LED gurubu için yapıldığı halde diğer LED guruplarından da yaklaşık aynı akım geçiyor. Bu devre sayesinde kaynak gerilimi zamanla azalsa da LED'lerden geçen akımlar değişmiyor. Örneğin giriş gerilimi 7.2V iken dönüştürücü çıkış gerilimi 10.74V oluyor. Bu sırada her bir LED'den 22mA akım geçiyor. Giriş gerilimi 3V'a düştüğünde, çıkış gerilimi 10.66V oluyor ve LED akımı 21mA'e düşüyor. Bu da çok iyi bir sonuç demek.

Devrenin performansını görmek amacıyla şekil 9'daki ölçme devresi kurularak çok sayıda ölçüm yapıldı. 2 adet voltmetre yardımıyla giriş ve çıkış gerilimi değerleri; 2 adet ampermetre yardımıyla giriş ve çıkış akımı değerleri ölçüldü. Elde edilen veriler yardımıyla devrenin performansını gösteren grafikler çizildi.



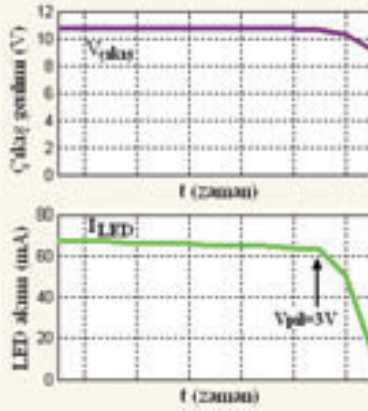
Şekil 9: Ölçme devresi

Şekil 10'da, pil geriliminin ve pil akımının zamana bağlı değişimi görülüyor. Pil gerilimi düşüktüçe, pil akımının arttığı gözleniyor. Bu durum, elektronik devrenin yapısı gereği böyle. Çıkış gerilimini ve akımını her durumda sabit tutabilmenin bedeli bu. Şekle göre, pil gerilimi 9V iken pilden çekilen akım 0.1A seviyesinde. Gerilim 3V'a düştüğünde akım değeri 0.285A olmakta. Yani kaynaktan çekilen güç 0.9W civarında oluyor.



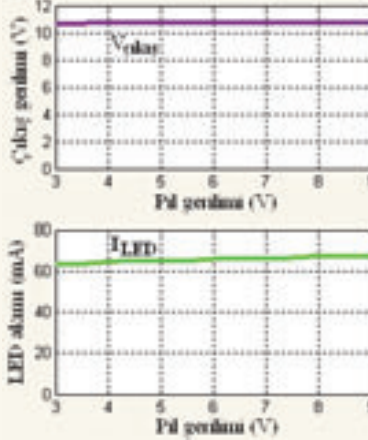
Şekil 10: Pil gerilimi ve akımı

Şekil 11'de ise elektronik devrenin çıkış geriliminin ve çıkış akımının zamana bağlı değişimi görülüyor. Şekilden anlaşıldığı gibi, pil gerilimi 3V'a düşünceye kadar çıkış gerilimi ve akımı yaklaşık sabit kalıyor. Gerilim 3V'ın altına düştüğünde, MC34063A entegresinin çalışma aralığının dışına çıktığı için gerilim ve akım regülasyonu bozuluyor.



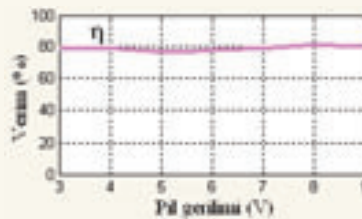
Şekil 11: Çıkış gerilimi ve akımı

Şekil 12'de çıkış geriliminin ve çıkış akımının geniş bir besleme gerilimi aralığında sabit kaldığını gösteren grafikler görülüyor. Pil gerilimi 9V'dan 3V'a düşünceye kadar çıkış gerilimindeki değişim 140mV; toplam LED akımındaki değişim ise 4mA düzeyinde.



Şekil 12: Sabit çıkış gerilimi ve akımı

Tasarlanan elektronik devrede bulunan DC-DC dönüştürücü entegresinin verimi %80 civarında. Şekil 13'de pil geriliminin değişimine bağlı olarak verimin nasıl değiştiği görülüyor.



Şekil 13: Dönüştürücünün verimi

Kızılötesi aydınlatma devresini çalıştırmak için çeşitli tiplerde gerilim kaynakları kullanılabilir. Örneğin 9V'luk alkanin pil, 6V-4Ah'lik ışıldak aküsü ya da 2 adet seri bağlı 3.6V-2000mAh'lik Ni-Cd şarjlı piller tercih edilebilir.

Şekil 14'de halka şeklinde dizilmiş kızılötesi LED'lerin dijital fotoğraf makinesi ile çekilen resmi görülüyor.



Şekil 14: Kızılötesi LED'ler ışık yayarken

Şekil 15 ve 16'da ise kızılötesi ışık ile aydınlatılan karanlık bir ortamda Bilim CD'sinin fotoğrafı görülüyor. Ortam tamamen karanlık olduğu için normalde gözle CD üzerindeki yazıları okumak mümkün değil. Fakat ortam IR LED'ler ile aydınlatıldığında ve bir dijital fotoğraf makinesi ile çekim yapıldığında yazılar rahatlıkla okunabilmekte.



Şekil 15: Karanlık ortamdaki CD (940 nm LED)



Şekil 16: Karanlık ortamdaki CD (850 nm LED)

Piyasada satılan kızılötesi LED'li bir kamera çeşidi aşağıda görülüyor. IR LED'lerin kart üzerine yerleşim planı buna benzer şekilde yapılabilir.



Şekil 17: IR LED'li kamera

Fırat Üniv. Elek-Elektronik Müh. Bölümü
yerol@firat.edu.tr