



Kendimiz Yapalım

Yavuz Erol*

Lazerli Güvenlik Sistemi

Bu ayki projede lazer, LDR ve ayna kullanarak basit bir güvenlik sisteminin nasıl tasarlanabileceği anlatılıyor. Bu sistem ile belirli bir bölgeyi çepçevre koruma altında tutmak mümkün. İzinsiz girişlere karşı sistemin sesli uyarı verme özelliği bulunuyor. Gerçekleştirilen projenin çalışma mantığı optik ve elektroniğin temel esaslarına dayandığından, proje bu konularda oldukça öğretici özelliklere sahip.

Güvenlik sisteminin tasarımında en önemli kısmı lazer oluşturduğundan öncelikle lazerin yapısını kısaca tanımakta fayda var.

Lazer

Opto elektronik sistemlerde lazerler ışın verici olarak yaygın şekilde kullanılır. Yapısında kullanılan malzemeye göre lazerin gaz, sıvı, katı ve yarı iletken çeşitleri bulunur. Opto elektronikte daha çok yarı iletken GaAlAs lazerler kullanılır. Bu tür lazerler diğerlerine göre daha küçük boyutlu ve daha az enerji ile sürülebilir. Lazerin iç yapısında bulunan optik rezonatör, tek dalga boyunda ışık üretilmesini sağlar. Bu nedenle lazer ışığı tek renkli yani monokromatik olarak adlandırılır. Ayrıca, lazer ışınının açısı çok düşük ve yönü sabittir. Bu özelliği sayesinde ışını istenen bölgeye kolayca odaklamak mümkün olur. Şekil 1'de yeşil ışık yayan bir lazer görülüyor.



Şekil 1: Lazer ışını

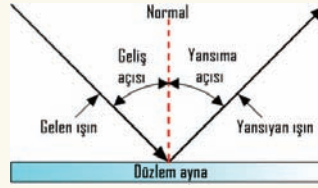
Bir cismin üzerine odaklanan lazer ışınının çapı birkaç mikrometre civarındadır. Elektronikte birkaç miliwatt ile birkaç watt arasında güce sahip lazerler kullanılır. Lazer ışınının oluşum prensibi kuantum teorisine dayanır. Genelde bir kuantum sınırından ikinci kuantum sınırına geçildiğinde P-N sistemi ışık vermeye başlar. Yani, bir yarı iletken P-N jonksiyonundaki radyasyon, elektronların üst enerji seviyesinden alt enerji seviyesine geçmesi ile oluşur.

Bir lazer diyot, ışık ileten P-N jonksiyonuna sahiptir ve elektriksel olarak LED'den bir farkı yoktur (şekil 2). Örneğin, lazerlerin akım-gerilim karakteristikleri, LED'lerin akım-gerilim karakteristiğine benzer. Ayrıca lazerin ışın şiddeti, akıma bağlı olarak doğrusal şekilde değişir.



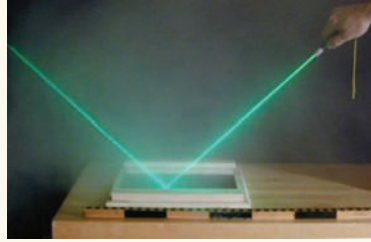
Şekil 2: Lazer diyot

Lazer ışını, yüzeyi yansıtıcı özelliğe sahip bir cisme belirli bir açıyla çarparsa şekil 3'deki gibi yansıma olayı gerçekleşir.



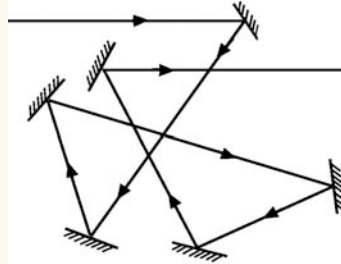
Şekil 3: Işığın yansıması

Şekil 4'de yeşil lazer ışınının aynadan nasıl yansıdığı görülüyor.



Şekil 4: Aynadan yansıma

Çok sayıda düzlem ayna kullanılarak lazer ışını çeşitli doğrultularda saptırılabilir. Şekil 5'de böyle bir uygulamaya ait çizim görülüyor.



Şekil 5: Çoklu yansıma

Güvenlik sisteminin temel elemanı olan lazer, piyasada lazer işaretçi (laser pointer) adıyla çok düşük fiyatlarla temin edilebilir. Gücü 1mW civarında olan bu lazer 3 adet AG13 saat pili ile çalışır. Şekil 6 ve 7'de bu tür lazer örnekleri görülüyor.



Şekil 6: Lazer-1

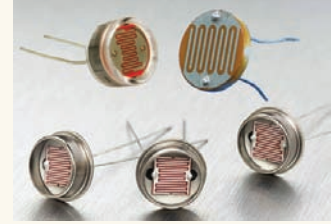


Şekil 7: Lazer-2

Lazerli güvenlik sisteminin diğer önemli elemanı LDR. Bu elemanın temel özellikleri aşağıdaki gibi.

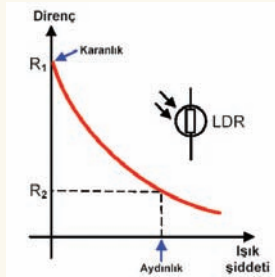
LDR

Işık şiddetine bağlı olarak direnci değişen opto elektronik devre elemanı LDR (light dependent resistor) olarak bilinir. Işığa duyarlı direnç veya foto direnç olarak da adlandırılır. Görünür ışık spektrumuna duyarlı foto direnç yapımında genellikle kadmiyum sülfür (CdS) ve kadmiyum selenit (CdSe) kullanılır. Şekil 8'de farklı çaplarda LDR çeşitleri görülüyor.



Şekil 8: LDR çeşitleri

Bir yarı iletken foto direncin üzerine ışık düşerse, ışığın seviyesine bağlı olarak foto direncin iletkenliği değişir. Şekil 9'da ışık şiddetine göre LDR direncinin değişim eğrisi görülüyor.



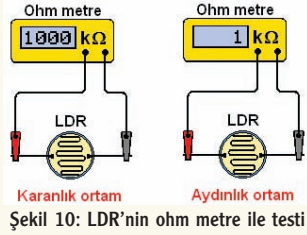
Şekil 9: LDR karakteristiği

Şekilden görüldüğü gibi, direnç değişimi doğrusal değil. Ortam karanlık iken LDR'nin direnci yüksek ve malzeme içindeki serbest taşıyıcı yoğunluğu düşüktür. LDR üzerine ışık düşerse malzeme içerisinde serbest taşıyıcılar oluşur ve taşıyıcı yoğunluğu artar.

Işık şiddetine göre LDR'nin direnci birkaç ohm ile birkaç mega ohm arasında değişir. Bir ohm metre ile LDR'nin direnci kolayca ölçülebilir.

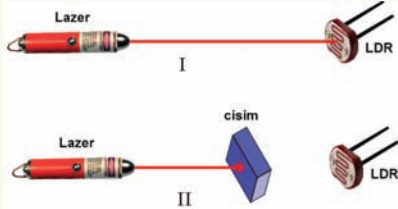
Kendimiz Yapalım

Şekil 10'daki bağlantılardan görüldüğü gibi, karanlık ve aydınlık ortamda ölçülen direnç değerleri arasında büyük fark vardır. Direnç değerindeki bu büyük değişim, uygun elektronik devreler ile algılanarak istenen işler yaptırılabilir.



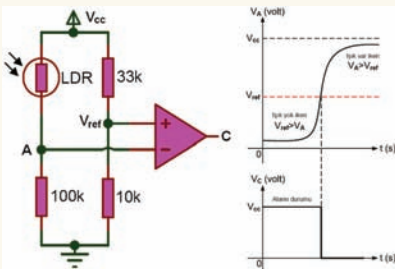
Şekil 10: LDR'nin ohm metre ile testi

Böylece güvenlik sisteminin temel elemanları tanıtılmış oldu. Şimdi bir lazer ışınının belirli bir mesafedeki LDR üzerine düşürüldüğünü varsayalım. Lazer ile LDR arasındaki mesafe birkaç santimetre olabileceği gibi, onlarca metre de olabilir. LDR, ortam ışığından etkilenmeyecek şekilde siyah renkli bir boru içerisine yerleştirilmiş olsun. Bu durumda lazer ışını LDR'ye ulaştığı sürece LDR direnci düşük seviyede olur. Herhangi bir cisim, şekil 11'deki gibi lazer ile LDR arasında girerse, LDR direnci hızla yükselir. Böylece, bu basit düzenek ile ışının kesintiye uğrayıp uğramadığı kolayca anlaşılabilir olur.

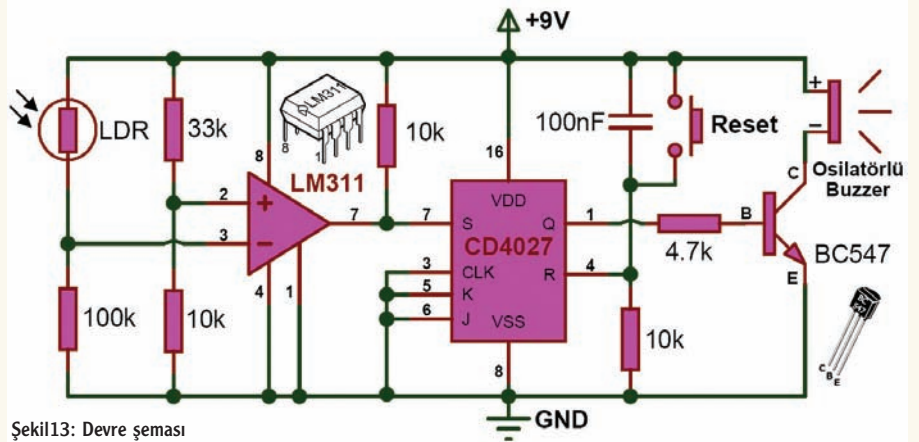


Şekil 11: Lazer ve LDR

LDR direncindeki değişimden yararlanarak alarm durumu oluşturabilmek için şekil 12'deki devre kullanılabilir. Işık şiddetindeki değişim LDR'nin direncini değiştirir, bu da A noktasındaki gerilim seviyesine etki eder. Bu gerilim, bir opamp yardımıyla referans gerilim ile karşılaştırılarak uygun bir alarm sinyali elde edilir. Şekil 12'nin sağındaki grafikten görüldüğü gibi, lazer ışını LDR üzerine düşüyorken, A noktasının gerilimi referans geriliminden daha büyük olur. Bu sırada opamp çıkışının yani C noktasının gerilimi lojik 0 seviyesinde kalır. Işık kesintiye uğradığı anda, LDR direnci yükselir ve A noktasının gerilimi düşer. Bu sırada çıkış gerilimi lojik 1 seviyesine yükselir ve alarm durumu oluşur.



Şekil 12: Direnç değişimi ve alarm durumu

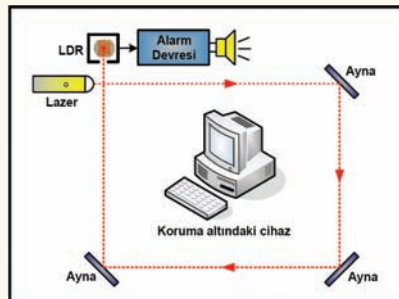


Şekil 13: Devre şeması

Bu devre oldukça iyi çalışmasına karşın devrenin önemli bir eksiği var. Devrenin çalışmasına dikkat edilirse, alarm durumu sadece ışık kesildiği sürece oluşur. Bu çalışma şekli bir güvenlik sistemi için tercih edilmez. Çünkü, ışığın kesintiye uğramasına neden olan etki ortadan kalksa da alarm durumunun devam etmesi istenir. Şekil 12'deki devre bu isteği karşılayamadığından devre bazı eklemeler yapılması gerekir.

Flip-flop (FF) içeren bir entegre devre yardımıyla kısa süreli alarm sinyalinin kalıcı bir sinyal olarak dönüştürülmesi sağlanabilir. Şekil 13'de görülen devrede bu iş CD4027 adlı CMOS entegresi tarafından yürütülmekte. Entegre, iç yapısında iki adet JK türü flip-flop içerir. Devreye ilk enerji uygulandığında entegre resetlenir ve Q çıkışı lojik 0 konumunda bekler. Bu sırada transistör kesimdedir. Herhangi bir nedenle lazer ile LDR arasındaki ışık bağlantısı kesilirse, flip-flop set durumuna geçer ve Q çıkışı lojik 1 olur. Işık tekrar LDR'ye ulaşsa da, Q çıkışının lojik seviyesi değişmez. Böylece, çıkışa bağlı NPN transistör iletime geçerek ses uyarıcı (buzzer) uçlarına 9V uygulanmasını sağlar. Kullanılan buzzer, kendinden osilatörlü olduğundan tiz bir sesle uyarı vermeye başlar. Alarm durumu devredeki reset butonuna basıncaya kadar sürer.

Şekil 14'de güvenlik sisteminin bağlantı şekli görülüyor. 3 adet küçük ayna 45 derece açıyla yerleştirilir ve lazer ışınının bu aynalardan yansyarak tam LDR üzerine düşmesi sağlanır.



Şekil 14: Lazerli güvenlik sistemi

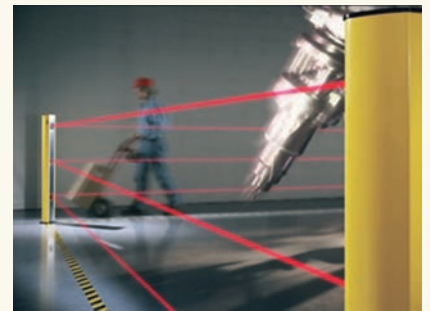
Alarm devresi 9V'luk bir pille veya bir DC güç kaynağı ile beslenebilir. Lazeri de bu güç kaynağından beslemek mümkün. Bu işlem için lazer işaretçi içindeki 3 adet pil çıkarılır. Timsah uçlu kablo yardımıyla lazerin gövdesi güç kaynağının

+ ucuna bağlanır. Kaynağın - ucu ise 100 ohm'luk bir direnç üzerinden lazer işaretçi içindeki metal yay'a bağlanır. Gövdedeki butonun basılı durumda kalması için buton üzerine izole bant sarılır. Böylece, güç kaynağı açık olduğu sürece lazerden 35mA civarında bir akım geçer. Besleme gerilimi 4-5V'a düşürülse de devre sorunsuz şekilde çalışır.

Malzeme listesi aşağıdaki gibi.

Malzeme Listesi	
LDR	1 adet
Lazer işaretçi	1 adet
CD4027 entegresi	1 adet
LM311 entegresi	1 adet
BC547 transistör	1 adet
100 nF kutupsuz kondansatör	1 adet
Osilatörlü tip Buzzer	1 adet
Buton	1 adet
10 k direnç (0.25W)	3 adet
100R, 4.7k, 33k, 100k direnç	1'er adet
8'li ve 16'lı entegre soketi	1'er adet
9V'luk pil ya da güç kaynağı	1 adet

Endüstride kullanılan benzer bir sistem şekil 15'de görülüyor.



Şekil 15: Endüstri uygulaması

Kaynaklar
E. Musayev, Optoelektronik Devreler ve Sistemler, Birsen Yayınevi
H. Kuntman, Endüstriyel Elektronik, Birsen Yayınevi
O. Gürdal, Algılayıcılar ve Dönüştürücüler, Nobel Yayın Dağ.
A. Bodur, Optoelektronik Devre Uygulamaları, Era Bilgi Sis.Yay.
V. Kılınc, Yeni Başlayanlar İçin Elektronik Projeler, Bilim Teknik Yayınevi

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