

# Elektronik Devre Tasarımı

**E**LEKTRONİK teknolojisindeki gelişmelerin yaşamımızı ne ölçüde etkilediği, artık hepimizin yakından bildiği bir gerçektir. Neredeyse her gün, elektronik sektörünün herhangi bir alanında bir yenilikle karşılaşmakta; üreticiler de bunu mümkün olan en kısa sürede tüketicilere ulaştırmak için var güçleriyle çalışmaktadır. Bu gelişimin en güzel örneği, dijital devre tasarımlarında görülmektedir. Kontrol sistemleri, bilgi iletişim sistemleri ve en önemlisi dijital bilgisayar üniteleri gibi dijital elektronik donanımlar gerektiren tüm uygulamalarda, bu gelişimi farketmemek olanaksızdır. Artık, bir yıl önce üretilen bir elektronik cihaz ya da bunun bir parçasını bulmak bile, neredeyse olanaksızlaşmıştır. Görüldüğü gibi teknolojik gelişim, pratik anlamda getirdiği kolaylıklar yanında, tüketici için pek çok ikilemi de yanında taşımaktadır. Özellikle az gelişmiş ülkelerde, işe yararlık ve pratiklik yanında uzun ömürlü olma özelliğini de arayan tüketiciler için bu gerçekten zor ve çözümü neredeyse olanaksız bir durumdur.

Devre tasarımları sadece dijital devreler için geçerli değildir. Teknolojik gelişime paralel olarak üretilen birçok entegre (IC) ve büyük ölçekli özel kullanım devrelerine (VLSI, Very Large Scale Integration) rağmen, analog devre tasarımları, bugün bile, az da olsa varlığını sürdürmeye devam etmektedir. Ancak, analog devre tasarımları ile dijital devre tasarımlarını birbirinden ayıran önemli bazı kriterler vardır. Bir VLSI devresinin içerisinde binlerce mantık kapısının bulunduğu düşünülürse, çok küçük bir alanda bir araya getirilen binlerce katı hal elemanının kararlı durumda çalıştırılmasının zorluğu ortaya çıkacaktır. Bu yüzden analog devre elemanları ile bunların mikron boyutuna indirilmiş modellerinin kullanımı arasında belirgin farklar vardır.

Herhangi bir devre tasarımı yaparken, tasarımcıların izlediği iki ana yöntem vardır. Birinci yöntem, daha önce kullanılmış benzer devre tasarımlarından ya da benzer uygulamalardan yararlanmadan, sadece eldeki teorik verileri kullanarak tasarımı gerçekleştirmektir. İkinci yöntem ise, birinci yöntemin neredeyse tam tersidir. Tasarıma başlarken, elde, mutlaka daha önce kullanılmış, işlenilmeye uygun, benzer bir devre uygulaması vardır. Bu

"hammadde" devreden, teorisi bu devreye benzeyen, ancak pratik uygulaması daha farklı bir devre elde edilebileceği gibi, teorisi de uygulaması da aynı olan ancak temel devrenin içerdiği bazı kötü faktörleri içermeyen daha olgun bir tasarımı elde edilebilir. Kullandığımız birçok elektronik aletin gelişimi ve değişik modellerinin üretilmesi işte bu yöntemle yapılabilmektedir. Elektronik devre tasarımlarında bilgisayarın gerçekten çok önemli bir rolü vardır. Bilgisayarın tasarımcılıkta kullanımı sadece devre tasarımlarının çizimiyle sınırlı değildir, Bilgisayar yazılım firmalarının çıkardığı birçok simülasyon programı, istenilen koşullarda (sıcaklık, basınç) ve neredeyse gerçekle özdeş şartlarda devre tasarımlarını yapmayı ve bunların çalışma sırasındaki durumlarını her yönüyle gözlemlemeyi olanaklı hale getir-

miştir. SPICE, bu tür simülasyon yazılımlarından biridir. Kullanımı gerçekten kolay bir programdır. Çok geniş bir aralıkta (mikron seviyesinden mega seviyesine) tasarım yapma olanakları sağlar. Tasarımı yapılan devrelerin DC ve AC incelemesini yaptığı gibi, çeşitli devre parametrelerinin değişimine karşı devrenin gösterdiği tepkileri ve sıcaklık, basınç gibi ortam sabitlerinin devre üzerindeki etkilerini inceleyebilir. Devrelerin giriş ve çıkış empedansı gibi birçok özellikleri de kolaylıkla elde edilebilir. Piyasada, SPICE temelli bir çok simülasyon programı bulmak mümkündür. Entegre ve VLSI devre tasarımları ise biraz daha farklıdır. Bu tip devrelerin fiziksel boyutları, klasik devre mantığının kullanımına bazı sınırlamalar getirmektedir. Katı-hal elemanlarının yanında kul-



## Dolby Gürültü Bastırma Sistemi

Manyetik bantlara kayıt yapılırken, saniye başına santimetre ile ölçülen bant hızı ne kadar düşük olursa, kaydedilen en tiz sesin frekansı da o derece alçak olur. Çünkü kayıt kafasında, ses bilgisiyle eş orantılı olan bir manyetik alan üretilir. Kafaların önünden geçen bantta, ses bilgisinin tam manyetik eşdeğeri olan bir mıknatıslanma kalır. Yüksek bir ses sonucu oluşan yüksek bir kayıt gerilimi; mıknatıslığın çok olmasına, bu da bir kuzey kutup oluşmasına; düşük bir kayıt gerilimi ise mıknatıslığın az olmasına ve sonuç olarak bir güney kutup oluşumuna neden olur. Ses tizse, yani frekansı yüksekse, birçok dalga yan yana gelir. Dolayısıyla kuzey ve güney kutuplar da birbirine o kadar yakın olur ki, mıknatıslanmalar neredeyse birbirini götürür ve seviye kaybı oluşur.

Mıknatıs kutupları zayıflayınca, böyle oluşan mıknatıs dipollerinin gerilimi düşer. Frekans arttıkça bant daha zayıf mıknatıslanır. Dolayısıyla dinlenen sesin yüksekliği azalır. Bu etkinin üzerine bir de mıknatıslanmanın kutup değiştirme kayıpları ve kayıt/okuma kafasının artan reaktansı gelir.

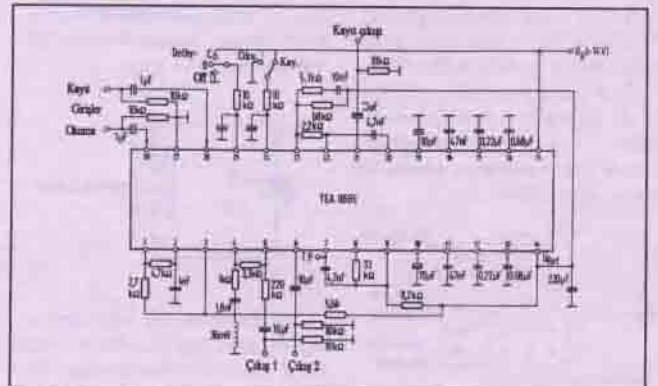
Başka bir deyişle, işaret/gürültü oranı kötüleşir ve bu durumda ses kalitesini bozan bir bant gürültüsü oluşur. Bant gürültüsü, özellikle tiz seslerde (üstelik bunların ses seviyesi düşüldükçe) çok rahatsız edici bir şekilde belirir. Tiz sesler, seviyeleri çok yüksek olduğunda zaman gürültüyü örterler.

## Hangi Gürültü Bastırma Sistemi En İyisidir?

Dolby, DNL ve HighCom sistemleri, en bilinen sistemlerdir. Bu sistemlerin olumlu ve olumsuz yanları karşılaştırıldığında, en elverişli çözüm "Dolby" yöntemidir. Dolby, bir sıkıştırma-açma (kompresör-ekspander) yöntemidir. Kayıt yönünde, ses işaretinde düşük genlikli ve yüksek frekanslı bileşenler olup olmadığı kontrol edilir. Eğer varsa kazanç artırılır ve bununla birlikte bant daha kuvvetli mıknatıslandırılır ki bu, dinamiğin azaltılması, yani sıkıştırma demektir. Dinleme sırasında, ters şekilde çalışan bir açıcı, gene eski dinamiği yerine getirir. Bu yöntem, ev aletlerinde, Dolby B yöntemi olarak tanınmaktadır. Bu yöntem kullanılarak işaret-gürültü oranı on kat düzeltilmektedir.

Stüdyo tekniğinde, işaret işleminin dört ayrı kanalda yapıldığı Dolby A yöntemi tanınmaktadır. Dolby B'nin düzeltilmiş türü ise Dolby C'dir. Dolby kaydında sıfır dB'nin kullanım seviyesi bir kHz'te 580 mV'tur. Bu, sıkıştırıcı ile alıcının ayarı için gereken net gerilimdir. TEA 0665'in tipik giriş gerilimi, besleme gerilimi 14 V ve çekilen akım 17 mA olduğu zaman kayıta 50 mV, dinlemede de 30 mV'tur. Giriş empedansı 50 kW dolayında, çıkış empedansı da (çıkışa göre değişik) 60 ile 160 W arasındadır.

Super D, Dolby HX ve Dbx yöntemleri, 1 kHz'te gürültü aralığını bir kez daha 20 dB'ye, dinamiği ise 30 dB'ye yükselten sistemlerdir. Müzik kaydedilirken, müziğin seviyeleri bantın doyma seviyesiyle gürültü seviyesinin arasında tam sığana kadar sıkıştırılır ve aşırı bozulmalar oluşması engellenir.

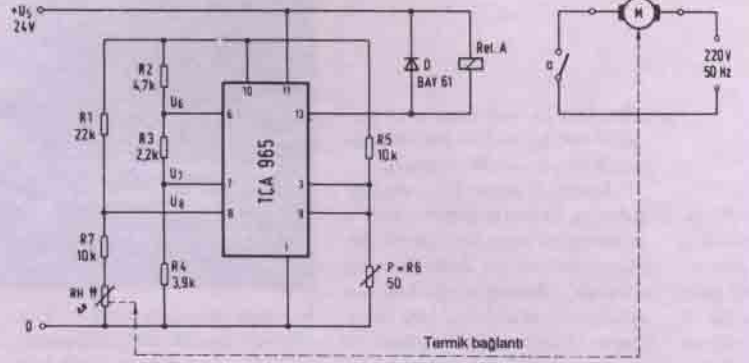


## Aşırı Sıcaklık Koruma Devresi

Birçok makine, belirli bir işletme sıcaklığı bölgesi için tasarlanmıştır. Bunlar, söz konusu sıcaklıklarda optimal ve ekonomik olarak çalışırlar. Aşırı yüklenme ve buna bağlı olarak izin verilen sıcaklıkların aşılması, sistemin bozulmasına veya en azından ömrünün kısalmasına neden olur.

Şekilde şeması verilen bir koruma devresi, bunların önüne geçer. Korunacak makinenin sıcaklığının ölçülmesi için bir NTC dirençten yararlanılmaktadır (RH). Koruma devresi ile makine arasındaki galvanik yalıtım ise bir röle ile sağlanmaktadır.

Devre şöyle çalışır: Besleme gerilim varken ve bir arıza söz ko-



nusu değilken, makine röle üzerinden şebekeye bağlıdır ve normal olarak çalışır. Makinenin sıcaklığının bir fonksiyonu olan giriş gerilimi, pencerenin içinde bulunmaktadır. Diğer tüm olası durumlarda röle bırakır ve makine susturur. Bu durumlar, aşırı sıcaklık,

NTC'de veya bağlantılarında kısa devre, yine NTC'de açık devre ve koruma devresinin besleme geriliminin kesilmesidir.

Böylece devre, bazı durumlarda çok önemli sayılan, "güvenli olma" koşullarını da sağlamaktadır.

lanılan bazı fiber-optik materyaller, bilinen elektronik teorisinin yanında katı-hal fiziği ve moleküler fizik bilgisi de gerektirmektedir. Bu yüzden kullanılan tasarım programlarının, bu tür gelişmiş modelleri de içeren daha karmaşık bir yapıya sahiptir.

Tasarlanan tüm devrelerin endüstriyel bir uygulamasının bulunduğu göz önüne alındığında, tasarımcıların bazı pratik ve mali kaygıları da dikkate almaları gereği ortaya çıkar. Yapılan tasarım, simülasyon ortamında mükemmel çalışıyor olabilir. Ancak elektronik sektöründe geçerli bazı standartların bulunduğunu unutmamak gereklidir.

Örneğin, tüm dünyada kabul görmüş bir direnç değeri standardı vardır. Bütün üretici firmalar, belirli değerlerde direnç üretirler. Bunların dışında kalan değerlerde direnç bulmak olanaksızdır. Yapılan tasarım, böyle bir direnç kullanma zorunluluğu getiriyorsa, bu durumda, tasarımı, bulunabilen başka bir direnç değerine göre değiştirmek gereklidir. Bu, bazen tüm tasarımın baştan sona değişmesi anlamına bi-

le gelebilir. Öyleyse, daha tasarım aşamasında gerekli standartlara göre hareket etmek, en doğru yaklaşım olacaktır.

Mali kaygılar da, bir tasarımda belirleyici olan etmenlerin başında gelir. Devrede kullanılan herhangi bir eleman, çeşitli nedenlerden ötürü benzerlerinden daha pahalı olabilir. Özel tasarımlar için bu çok göze batmayabilir ya da o eleman gerçekten vazgeçilmez bir özelliğe sahip olabilir. Ancak büyük çaplı üretimlerde, eğer olanak varsa, bu tip pahalı elemanlar, aynı görevi yapabilecek benzerleriyle değiştirilmeye çalışılır. Bu işlem de, tasarımın genelinde bir değişikliği zorunlu kılabilir.

Tüm bu pratik ve mali sorunlara çözümler bulduktan sonra, sıra deneme üretimine gelir. Simülasyon ortamında gayet düzgün çalışan bir devre, gerçek kullanım ortamında bazı aksaklıklar gösterebilir. Bu tip aksaklıklar görebilmek için bir deneme üretimi yapılır, devrenin işleyişi gözlenir ve aksaklıklara çözüm aranır. Bu sırada, üretim sırasında ortaya çıkan sorunlar

olup olmadığı araştırılır. Bu sorunlar, devredeki eleman yerleşim planından ya da kullanılan malzemenin kalitesinden kaynaklanıyor olabilir. Bu tip sorunlar da, yine deneme üretimi aşamasında çözüme kavuşturulur.

Bu aşamadan sonra sıra, "seri üretim" aşamasına gelir. İlk olarak, elektronik elemanların üzerine yerleştirilecek devre kartları (printed circuit boards) pertinaks malzemenin üzerine, devre şemasına uygun bakır yolların bastırılmasıyla hazırlanır. Bu, biraz zaman alan bir işlemdir. İlk önce, pertinaks malzeme, hidroliz yoluyla bakırla kaplanır. Bu bakır tabakanın üzeri de, benzer bir yolla, ışığa duyarlı başka bir maddeyle örtülür. Saydam bir plakanın (PVC vb.) üzerine bastırılmış devre şeması bu tabakanın üzerine sabitlenir ve tabakaya UV (ultraviyole) ışık verilir.

Siyah renkte çizilmiş devre yollarının, ki bunlara "su yolu" da denir, dışında kalan saydam bölgelerdeki ışığa duyarlı madde eriyerek yok olur ve buralardaki bakır açığa çıkar. Daha sonra bu

kartlar bir tür asid çözeltisine batırılarak açığa çıkmış bakır kısımların ortadan kalkması sağlanır. Hazırlanan bu kartlar, devre şemasına uygun şekilde delinerek montaja hazır hale getirilir. Devre kartları, kullanıma göre tek yüzü (single sided) olabildiği gibi, bazı durumlarda çift yüzü de (double sided) üretilebilir.

Eleman yerleştirilmi biten kartlar, lehim kazanında elemanlara sabitlendikten sonra, elemanların gerekli bacak uzunluğuna göre düzenlenmesi sağlanır. Üretimi biten kartlar, son kontrol aşamasından sonra kullanılmak üzere gerekli bölümlere gönderilir. Arızalı kartlar ise sorunun niteliğine göre tamir edilir ya da atılır.

Entegre üretimi ise daha gelişmiş donanımlar gerektirir. Bu yüzden üretici sayısı da sınırlıdır. Üretimde, daha çok robot teknolojisi kullanılır ve lehimleme işlemi lazer kullanılarak yapılır. Kullanılan kartların yapısı ise oldukça ilginçtir. Bu kartlar, birbirinden yalıtılanlar ayrılmış birkaç iletken tabakanın üst üste bastırılmasıyla elde edilir. Tasarıma göre, belirli elemanlar belirli derinlikteki tabakalarda birleştirilir, böylece karmaşık devre şemalarının daha basit bir şekilde uygulanması sağlanır. Tabakaların sağlamlığı (krık, boşluk vb.) ultraviyole ışık kullanılarak ya da radyo dalgalarıyla kontrol edilebilir. Üretilen çipler için genellikle özel bir kontrol yapılır. Ancak fabrika, yüzde kaç oranda hata çıkabileceğini ve tolerans oranlarını önceden bildirir.

Günümüz teknolojisinde, analog devre tasarımları yerlerini entegre çip kullanımına ve özel amaçlı VLSI tasarımlarına bırakmaya başlamıştır. Gelişen teknoloji, hata oranlarını da yavaş yavaş azaltmayı başarabilmektedir. Bu entegrelerin kullanımı, üretimle paralel büyüyen tamir sektörünü de ortadan kaldırmaktadır. Nedeniye gayet açıktır; bozulan bir entegre, sadece yenisiyle değiştirilebilir, tamir edilemez. Bu durum, elektronik sektöründe taklit sorununu da bir ölçüde çözmeyi başarmıştır. Entegre sektöründeki gelişim bu hızla sürdüğü takdirde, tüm elektronik cihazlarda özel amaçlı çiplerin kullanımı yaygınlaşacak ve belki de bu cihazlar, üreticileri dışında kimsenin anlayamayacağı yapılar haline gelecektir.

Kaynaklar  
MC, Aralık 1989.  
Elektronik, Mayıs 1991.

## Triyaklı Loşluk Anahtarı

Şekilde verilen loşluk anahtarı, şebeke gerilimlerinde çalışmak ve 200 W'a kadar olan yükleri anahtarlama için tasarlanmıştır. 50 W'a kadar olan yükler için triyaklı soğutulması gerekmez. Devrenin anahtarlama eşiği 100 lüks civarındadır.

Çevre aydınlığı düşükken, FW 9801 fotodirenç yüksek değerdedir ve TCA 345 eşik anahtarının giriş gerilimi, anahtarlama eşiği olan 0.7 V2 değerinden büyük-

tür. Bu durumda TCA 245 tümdevresinin çıkışı yüksek empedanslı olur ve bir gerilim bölücüyle doğrudan şebekeden elde edilen yarımdalgalar transistörü periyodik olarak

sürer. Transistörün emitöründe oluşan karedalğanın türevi alınır. Böylece, oluşan pozitif ve negatif darbeler, her alternansta triyakı tetikler. Yük şebekeye bağlanmış olur.

100 lüks'ten daha büyük çevre aydınlığında, TCA 345 eşik anahtarının çıkış transistörü doymaya sürülür. Bu durumda transistör ve triyak da akımsız kalır.

Devrenin beslemesi için gerekli doğru gerilim, D1 ve D2 diyotlarıyla elde edilir. Kumanda bölümünün çektiği akım 15 mA'dır.

