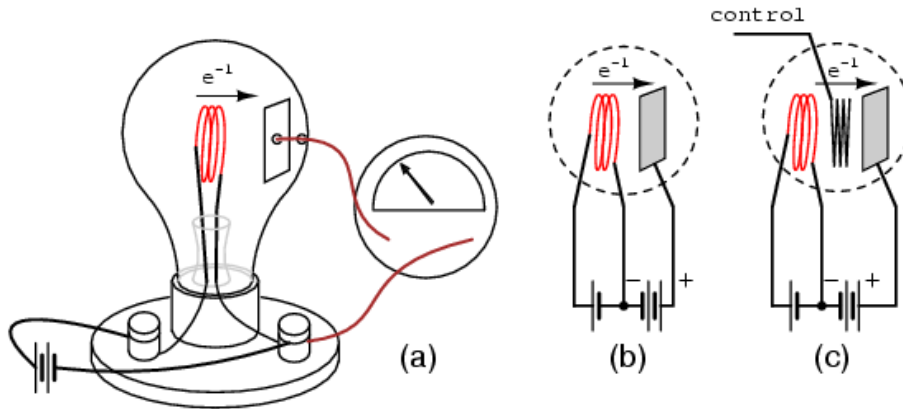


TRANSİSTÖRÜN AMPUL İLE İLGİSİ NE?

Vakum tüplerinin, ses sinyali yükselticisi olarak kullanıldığı ilk radyolar hantaldı. Transistör icat edilince, 1956'da çıkan transistörlü radyolar küçüldü.

Edison'un Yaptığı Tesadüfi Keşif

Edison ampulü geliştirmeye çalışırken, bazı ampullerin flamanlarının kısa sürede koptuğunu ve camında da kararmalar oluştuğunu gözlemledi. Bu sorunların nedenini anlamak için 1880'de flaman ile ampulün camı arasına metal levha yerleştirip levhaya bağlı teli ampulün dışında bıraktı. Edison, metal levhanın, camdaki kararmayı önleyeceğini düşünmüştü. Bu şekilde çok sayıda ampul yaptı ve flaman akkor halde iken neler olduğunu araştırdı. Flaman ile metal levhaya bağlı tellerin arasına bir galvanometre bağladı. Flaman soğukken galvanometre hareketsizdi yani elektrik akımı yoktu. Flamanı ısıtıp akkor hale getirince, galvanometrenin ibresi saptı. Akkor haldeki flaman ile onun uzağında duran metal levha arasından elektrik akımının geçmesi onu şaşırttı. Metal levha flamana göre artı yüklü ise akım geçiyor tersi ise akım geçmiyordu. Bunun nedeni akkor haldeki metalin elektron yaymasıdır, ama Edison bunu bilmiyordu. Flaman elektron yaydığı için metal levha artı yüklü ise elektronlar levhaya doğru akar ve akım geçer. Metal levha flamana göre eksi yüklü ise elektronlar levhaya doğru akamaz ve akım geçmez. O tarihte, katot ışınlarının elektronlardan oluştuğu keşfedilmemiş olduğu için Edison, bu buluşun önemini anlayamadı. Edison'un patentini aldığı lambanın bu davranışına "Edison Etkisi" adı verildi.

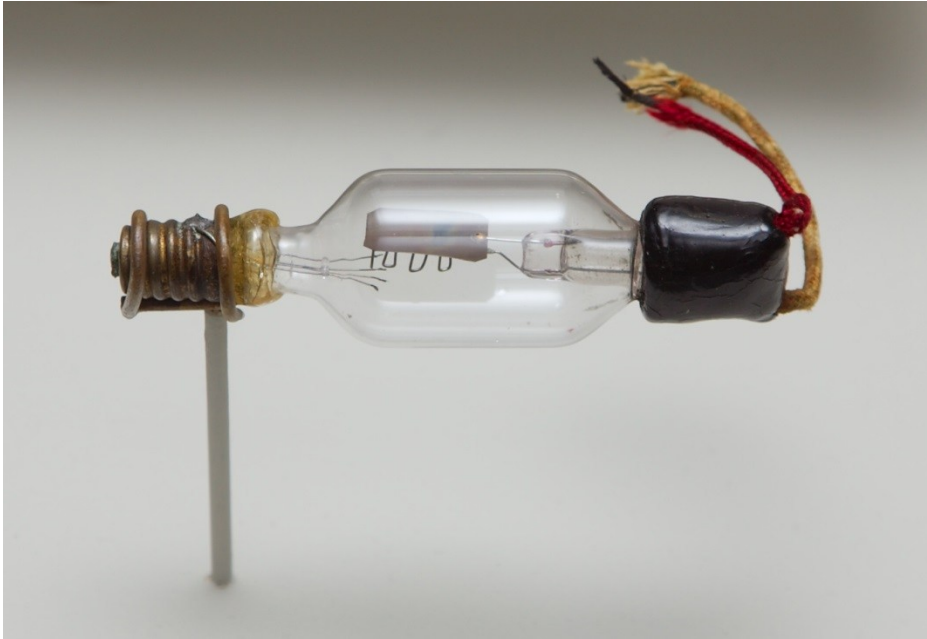


(a) Edison'un iki elektrotlu lambası, (b) lambanın diyot olarak kullanılması ve (c) lambanın triyot olarak kullanılması

Edison'un Lambası Diyot Olarak Kullanıldı

Edison'un metal levha eklediği ampulün sahip olduğu özellik, önceleri bir işe yaramadı. İngiliz J. A. Fleming, 1904'te bu lambanın telsiz sinyallerini algılamak için uygun olduğunu keşfetti ve patentini aldı. Fleming, İngiltere'de matematik ve kimya eğitimi aldıktan sonra T. Edison'un şirketinde çalıştı.

Elektrik alanındaki birikimi nedeniyle elektrik mühendisliği bölümünde profesör oldu. Telsizi geliştiren G. Marconi'nin şirketinde danışmanlık yaptı. Fleming, telsiz sinyallerini almak için Marconi'nin kullandığı galen (kurşun sülfür) kristallerinin yetersiz olduğunu fark etti. Yeni ve hassas bir sinyal algılayıcısı araştırırken Edison'un iki elektrotlu lambasını hatırladı ve onu denemeye karar verdi. Edison'un iki elektrotlu lambası, flaman eksi yüklü ve metal levha artı yüklü iken elektriği geçiriyor tersi olunca geçirmiyordu. Lambanın iki elektrotuna alternatif akım uygulanınca, akım bir yönde geçiyor ama diğer yönde geçemiyordu. Bu özellik sayesinde Edison'un iki elektrotlu lambası redresör görevi yapıyor yani alternatif akımı doğru akıma çeviriyordu. Lamba antene bağlanınca, radyo dalgalarını algıladı ve sinyal kalitesi de iyiydi. Edison'un tesadüfen keşfettiği ama pratik bir uygulamasını bulamadığı iki elektrotlu lamba (vakum tüpü) telsiz ve radyoların hızla gelişmesini sağladı. İngiltere kraliçesi, Fleming'e 1929'da şövalye unvanı verdi.



De Forest'in icat ettiği triyot lamba (1906)

Edison'un Lambası Triyot Olarak Kullanılınca Elektronikte Devrim Oldu

ABD'li mucit L. de Forest, 1906'da Edison'un iki elektrotlu lambasına bir elektrot daha taktı. Böylece lambanın ses sinyali yükselticisi (amfi) olarak kullanılmasını sağladı. De Forest, sıcak flaman (katot) ile metal levha (anot) arasına elek teli gibi bir elektrot daha yerleştirdi. Elek teli elektrot sayesinde lambadan geçen akımı kontrol etmek mümkün hale geldi. Bu elektrot, katoda göre negatif gerilimdeyken lambadan az elektrik geçebiliyordu. Elektrotun gerilimi artırıldığında lambadan geçen akım da artıyordu. Elek teli elektrot telsizin antenine bağlanınca, gelen radyo sinyalleri lambadan geçen akımı ve voltajı değiştiriyordu. Metal levhaya bağlı bir direnç sayesinde, gelen radyo

sinyalleri yükseltilmiş oluyordu. Bu tür lambalara veya vakum tüplerine üç elektrotlu olmaları nedeniyle triyot denilir. Triyot sayesinde elektronik gelişip yeni bir bilim dalı oldu, radyo ve telsizler dünyaya yayıldı. İlk bilgisayarın yapımında 20 bin civarında vakum tüpü kullanıldı. Transistör, 1946'da keşfedilinceye kadar elektronik cihazlar tüplerle çalıştı.



İlk transistörün replikası müzede, cam koruyucu içinde (23 Aralık 1947)

Transistörün Keşfi Lambalı Cihazların Sonunu Getirdi

Vakum tüplerinin büyüklüğü ve fazla elektrik harcaması nedeniyle, yarı iletkenlere yoğunlaşıldı. Yarı iletkenlerin en iyi bilineni silisyumdur. Doğadaki kumu oluşturan silisyum oksitten oksijen uzaklaştırılınca silisyum elde edilir. Silisyum yarı iletkenlerdir yani iletkenliği, metaller ile yalıtkanların iletkenliği arasında bir seviyededir. Yarı iletkenlerin iletkenlikleri, malzemeye katılan az miktardaki safsızlık atomlarıyla geniş bir aralıkta ayarlanabilir. Bu işleme katkılama adı verilir. Silisyuma fosfor ile katkılama yapılırsa N-tipi yarı iletken elde edilir. Bu tür yarı iletkenlerde, akım çoğunlukla iletim bandındaki elektronlarla taşınır. Silisyuma bor ile katkılama yapılırsa buna da P-tipi yarı iletken denilir ve elektrik, valans bandındaki boşluklarla (artı yüklerle) taşınır. Biri N, diğeri P-tipi iki yarı iletken birleştirilirse diyot elde edilir ve bu diyot elektriği sadece bir yönde iletilir. Bu tür diyotlar, 1940'larda ortaya çıkınca boyutları bir mercimek tanesi kadar küçüldüğü, az akım çektikleri ve daha uzun ömürlü oldukları için vakum tüplerinin yerini aldı. Vakum tüpü triyotların yerini alan yarı iletken "transistör", 1947'de J. Bardeen ve W. Brattain tarafından ABD'de icat edildi. Germanyum kristali ile yapılan bu ilk transistör, elektrik sinyallerini yükseltse de ilk ticari silisyum transistörleri 1954'te Texas Instruments üretti. NPN tipi transistör yapmak için iki tane N-tipi yarı iletken

arasına bir P-tipi yarı iletken yerleştirilir. İki uçtan (N-tipi uçlardan) voltaj uygulandığında bu uçlar arasından geçen akım, ortadaki P-tipi yarı iletkene uygulanan gerilimle (veya akımla) kontrol edilir. Bu durumu bir hortumdan geçen suyun bir vanayla kontrol edilmesine benzetebiliriz. Ortadaki P-tipi yarı iletkene uygulanan gerilim az miktarda artırıldığında transistörden geçen akım çok miktarda artar (vana açılır). Yükseltilecek olan sinyal ortadaki P-tipi yarı iletkene uygulandığında bu sayede sinyal yükseltilmiş olur. Günümüzde kullanılan entegre devrelerde (silisyum yongalarda) transistörler tek tek değil, milyonlarcası aynı anda üretiliyor.

Transistörler, 22 nanometre, yani saçımızın kalınlığının 5 binde biri kadar oldu. Cep telefonunda 100 milyon, diz üstü bilgisayarda 1 milyar transistör var.

Prof. Dr. Ural Akbulut
ODTÜ Kimya Bölümü