

BİR FLORESANS LAMBA NASIL ÇALIŞIR?

GERD JANZEN

Genellikle kullanılan elektrik ampulünün verimi % 4 kadardır; yani verilen elektrik enerjisinin yalnız 1/25'i görünen ışık haline gelebilmektedir. Enerjinin % 96'sı ise istenmeyen ısı olarak kaybolmaktadır.

Elektrik enerjisinden bu kadar kötü şekilde faydalanma, fizikçiler ve mühendisleri uzun zamandanberi daha verimli ışık kaynakları aramağa teşvik etmiştir. Çeşitli birçok bakterilerin, böcek ve balıkların sahip oldukları «soğuk ışığın» bulunması için girişilen araştırmaya henüz son bulmuş değildir. Pratik maksatlar için şimdiye kadar bulunan ışık kaynakları hâlâ «sıcak»'tır, fakat verimleri daha yüksek yüzdelere çıkabilmiştir.

Daha ekonomik olan ışık kaynakları civaxenon yüksek basınç lâmbaları, âsil gaz ve sodyum ile dolu alçak basınç lâmbaları ve floresans lâmbalarıdır ki bu mükalemizde bu son iki tipten söz edeceğiz.

% 4 verimden yukarı verimli ışık kaynakları elde etmek için bir kere yüksek derecede ısıtılan cisimlerden ışık üretme prensibinden vazgeçmek lâzımdır. Başka tür bir ışık kaynağı «uyarılmış» atomların parıldamaları, ışık saçmalarıdır. Bunu anlayabilmek için kısaca bir atomun iç yapısını ele almak gerekir: pozitif yüklü bir atom çekirdeği etrafında, çeşitli büyüklükte yörüngelerde tıpkı gezegenlerin merkez yıldızları etrafında döndükleri gibi dönen, negatif elektronlar vardır. Bu sırada çekirdeğe yakın yörüngelerde dönen elektronlar dış yörüngelerde dönen elektronlardan daha küçük bir enerji üretirler. Atoma uygun bir şekilde enerji verilirse, elektron bunu, enerji bakımından daha yüksekte bulunan bir yörüngede dönme-

ğe başlamak suretiyle alır. Böylece atom «uyarılmış» olur.

Quanta kuramına göre bu yörüngeleri tamamiyle sabittir: Deneylerle yörüngelerin bu «uzaklıkları» bir enerji ölçüsünde ölçülebilir ve açıklanır. Böyle enerji bakımından yüksek dereceye geçmiş olan elektron tekrar «kendi» yörüngesine düşebilir; o zaman önceden almış olduğu ve yüksek enerji derecesine çıkmak için ihtiyaç gösterdiği enerji miktarını serbest bırakır. Bu enerji de elektromanyetik bir dalga şeklinde serbest kalır.

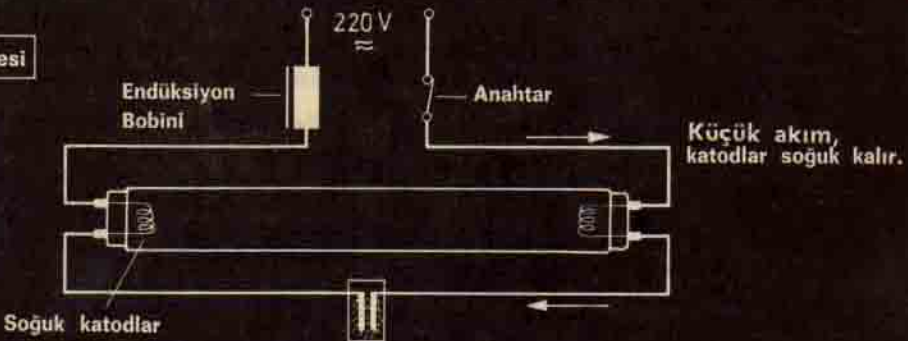
Her elektromanyetik dalga ise belirli bir dalga uzunluğunu ve belirli bir frekansa (saniyedeki titreşim sayısı) sahiptir. Fizikte kısalan dalga uzunluğuyla veya —başka bir deyimle— artan frekansla ışınların quanta'ları enerji bakımından zenginleşir. Böylece radyo dalgaları ısı ışınlarından daha az, bunlar da göze görünen ışıktan daha az enerjiye sahiptirler. Enerji bakımından daha zengin olanlar ise (göze görünmeyen) ultraviyole, röntgen ve kozmik ışınlardır.

Uygun bir atomu; esas eski yörüngesine geriye düşüşünde —elektromanyetik bir titreşimin frekansına çevrildiğinde— gözle görünen ışın alanına girecek bir ölçüde serbest olacak şekilde uyarmak kabil olduğu takdirde, elimize bir ışık kaynağı geçmiş olur.

Atomların Parıldaması Nasıl Olur?

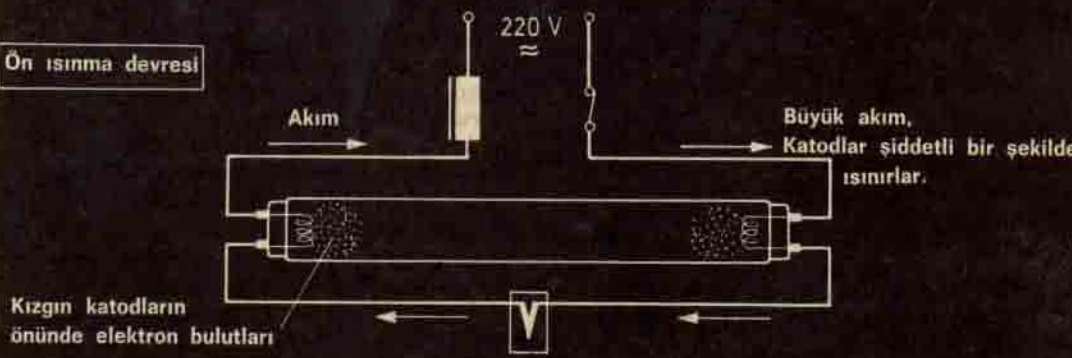
Bir atomun parıldaması, yani ışık vermesi için ona enerji vererek onu uyarmak gerekir. Bu enerji sonradan o parıldarken serbest kalacak enerji miktarından büyük veya en azından ona eşit olmalıdır. Bu

Pırlıdama devresi



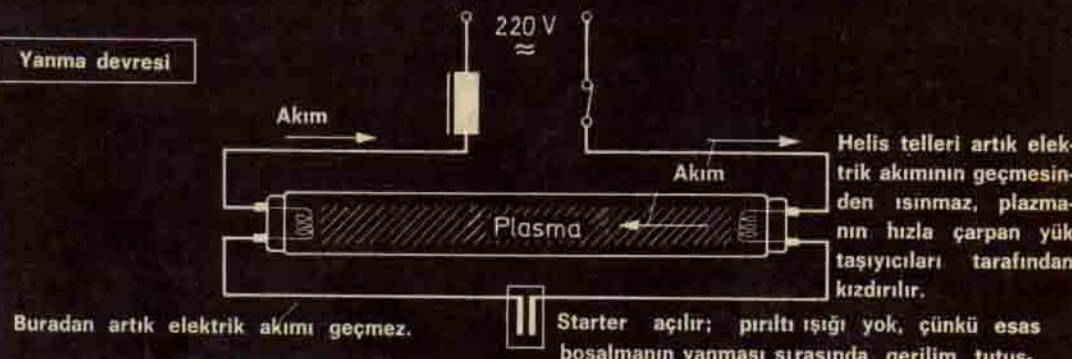
Pırlıdama ışıklı starter bimetel elektrodlar ısınır ve 1 saniye kadar sonra bükülürler.

Ön ısınma devresi



Starter kısa devrede pırlıltı ışığı yok, elektrodlar soğur ve 1 saniye kadar sonra tekrar bükülürler.

Yanma devresi



Buradan artık elektrik akımı geçmez.

Starter açılır; pırlıltı ışığı yok, çünkü esas boşalmanın yanması sırasında gerilim tutuşturmağa yeterli değildir.

enerji verilmiş şeklinde geniş ölçüde serbest hareket edilebilir. Floresans lâmbalarda bu enerji verilmesi, hızlı, serbest elektronlu atomların bir gaz boşalma plazmasında çarpışma hareketleriyle olur. Plazma elektrik akımının bir gaz içindeki etkisinden meydana gelir: Isıtılmış bir tel helis'ten radyo lâmbasının ısıtılmış katodu etrafa elektrodlar yayılır; bunlar karşı bir elektrod (anod) ta bulunan pozitif gerilimin etkisiyle ona doğru hızlanır. Hız enerjisinin (kinetik enerji) büyüklüğüne göre hızlı uçan elektronlar çarpmak suretiyle ya, istenildiği gibi, atomları uyarırlar veya iyonize ederler. İyonizasyonda hızlı, çarpıcı elektronların kinetik enerjisi nötr bir gaz atomunun elektronunu yalnız yerinden oynatmağa değil, onu tamamiyle atomdan ayırmağa kâfi gelir. Bir ışık kaynağı için primer iyonizasyon istenilen birşey değildir, çünkü ancak uyarmanın geriye dönmesi parlamanın meydana çıkmasını katkılar. Böylece boşalma tüpündeki gaz basıncının ve belirgin optimal bir elektrik akımının seçimi sayesinde, bir yandan mümkün olduğu kadar uyarıcı darbelerin meydana gelmesini sağlar ve öte yandan da iyonize edici darbelerin sayısının, iyonizasyon olayları dolayısıyla plazmanın tüp çeperinde kaybolan yüklem taşıyıcılarının yerine tekrar başkalarının geçmesini ve bununla boşalmanın sönmesini mümkün kılacak kadar büyük olmasını temin eder.

Hangi Atomlar Elverişlidir ?

Yukarıda anlatıldığı gibi, uyarılmış atom tekrar eski yörüngesine düştüğü zaman, göze görünen ışığımızın frekansına sahip bir dalgaya tam uyacak enerji miktarını serbest bırakmak zorundadır.

Fakat bu şartın pratikte tatmin edici bir ışık kaynağı için çoğun yeterli olmayacağı birazdan görülecektir.

Elektronların iki değişik yörüngesi arasındaki enerji farkı tamamiyle belirlidir: bu aynı zamanda serbest kalan ışımının tamamiyle belirgin bir frekansı olduğu mânasına gelir: Böylece çizgi ışık vericinin tek renkli ışığı elde edilmiş olur.

Tek renkli ışıklı gaz deşarj (boşalma) ışık kaynaklarının örneklerini reklâm ışıklarında görürüz: Burada genellikle tüpün içinde âsil gazlardan neon vardır ve onun uyarılmış ve geri düşen atomları kuvvetli bir kırmızı ışık verirler. Çok fazla yaygın

ve ayrıntılı bir görüş sağlama bakımından sokakları aydınlatan lâmbalar için sodyum buhar lâmbaları tercih olunur. Turuncu sarı ışıklarıyla bu lâmbalar bugün pratikte kullanılmakta olan lâmbaların içinde en yüksek verimli olanlardır.

Her yerde kullanılması bakımından beyaz ışık istenilirse, o zaman gözde tüm «beyaz» etkisini meydana getirebilmesi için spektrumun değişik renklerini belirli şiddette üretmek gerekir ki, bu maalesef mümkün değildir.

Beyaz Işık Nasıl Elde Edilir ?

Tek renkli çizgili ışığa değil de doğrudan doğruya beyaz ışık veren maddeler araştırılırken, parlayan cisimlerle karşılaşıldı; bunlar magnezyum-wolfram ve zinkberylliumsilikat gibi uzun adları olan karışık kimyasal bileşiklerdir.

Işık üretimi fiziksel prensipleri bakımından gaz deşarj (boşalma) esasına dayanan ışık kaynaklarındakinin ayıdır, uyarılmış atomlar (veya moleküller) tekrar kendi asıl eski enerji durumlarına geri giderler ve her iki durum arasındaki enerji farkını ışık şeklinde etrafa yayarlar.

Bu cisimlerin çizgisel bir ışığa yapmadıklarının sebebi, parlayan cismin kristal dokusundaki atom ve moleküllerin çokluğu dolayısıyla uyarılmış ve sakin durum arasındaki enerji farklarının bütün bu olaylar içinde tamamiyle eşit olmamasıdır. Çizgi grupları veya «şerit çizgileri» yayılır. Başka bir deyimle uyarılmış ve tekrar geri düşmüş bir parçacık bir kırmızı, başka biri belki bir mavi, başka biri de belki bir sarı ışık şimşegi yayar. Parlayan cismin ve onun (istenilen ve isabet ettirilen «kirliliğine» göre renkli —fakat bir renkli değil— ve «sıcak» ve «soğuk» tonlu beyaz ışık elde edilebilir.

Bu cisimlerin parlayabilmesi için, yarıyacaklarından daha büyük bir enerji ile uyarılmaları lâzımdır. Uyarılmış ortam olarak bir plazma ortaya çıkar ki bu enerjice zengin, fakat gözlerimizin göremeyeceği kuvvetli ultraviyole çizgiler yayar.

Teknik bakımdan iç çeperlerine parlayan cisimlerin sürüldüğü cam tüpünde civa buharında meydana gelen bir alçak basınç boşaltma uygun sonuçlar vermiştir. Renkli görüntü tüpün sol yarısında civa plazmasının zayıf parlattığını gösterir; ultraviyole alanındaki kuvvetli ışığa göre

görünmez. Tüpün sağ yarısında ise ultraviyole ışımının uyardığı parlayan cisim emisyonu görülür. İşte görünmeyen ışıktan görünen ışığa olan bu enerji dönüşüm olayına Floresans denir.

Lâmbanın Yapılışı :

Bir floresan lâmbanın yapılışında cam tüpün iç çeperine parlayan cismin ince tozu serpilir ve derhal 500°C'de yakılır. Tüplerin iki başı iki katodla donatılır, bunlar yanma olayı için lüzumlu elektronları sağlarlar. Lâmbalar alternatif akım şebekesinde kullanılacağından iki kızıcı helis tele ihtiyaç vardır. Tüpün akım doğrultusu saniyede elli kere değişir, helis tellerden bir tanesi katod, öteki anot vazifesini görür. Anot olarak çalışan telin hızla çarpan plazma elektronlarından bozulması için, telin önünde genellikle bir korma saçı vardır.

Tüpün içindeki hava emilir ve içindeki yabancı maddelerin temizlenmesi için tekrar ısıtılır, aynı şekilde katot telleri de esaslı surette kızdırılır.

Bundan sonra içi boş olan boşalma tüpüne 0,05 gram civa, özellikle lâmbanın daha iyi çalışması ve yanabilmesi için, biraz argon konur. Belirli bir yanlış zamandan sonra tüp işlemeğe hazırdır.

Floresans Lâmbaların İşlemesi :

Floresans lâmbalar hiç bir zaman öndirençsiz çalıştırılmamalıdır, çünkü aksi takdirde lâmbayı derhal tahrip edecek çığ gibi yükselen sınırsız yüklenme taşıyıcılarının artışına sebep olacaktır. Fakat bir ohm direnci de enerji harcadığından ve bununla lâmbanın tüm verimi oldukça düşeceğinden alternatif akım işletmesinde boşalmadan korunmak için endüksiyon bobini şeklinde kör bir direnç veya bir kondensatör kullanılır. Kör dirençlerde alternatif akım ve alternatif gerilim birbirine nazaran zaman bakımından o kadar ileri geri itilmiştir ki, ekonomiyi yalnız başına etkileyen güç oluşamaz.

Lâmba çalıştırılmağa başlayınca, «tutuşturulması» lâzımdır ki bunun için 100 voltluk bir gerilime ihtiyaç vardır. Genellikle bu gerilim mevcut olmadığı için boşalmanın tutuşmasını sağlamak için basit bir şey düşünülür. Bunun için yukarıda sözü geçen endüksiyon bobini ve bir starter veya tutuşturucuya ihtiyaç vardır.

Lâmba yakıldığı zaman şöyle bir şey olur : İlk parıldama devresinde tam şebeke gerilimi starter'dedir, o lâmbayı tutuşturur ve az bir ışıkla parıldar. Endüksiyon bobininden, helis tellen ve starterden geçen elektrik akımı küçüktür, katod helisleri soğuk kalır, fakat starter'in elektrodları ısınmıştır. Bunlar ayrı ayrı iki metalden yapılmış oldukları için sıcaklığın etkisiyle kıvrılırlar : Startes elektrotları birbirine değer ve starterin boşalmasında kısa devre yaparlar.

Ön ısınma devresinde endüksiyon bobininden ve katod helislerinden büyük bir elektrik akımı geçer, katod kuvvetle ısınır, parlak surette yanmağa ve etrafa birçok elektron yaymağa başlar. Starter'de bu sırada elektrodlar tekrar soğur : açılırlar.

Akım devresinin kuvvetle açılması üzerine endüksiyon bobininin manyetik alanı düşer, böylece katodların önünde fazlaca mevcut olan elektronların yardımıyla boşalmayı tutuşturur.

Yanma devresi esnasında tekrar küçülmüş bir akım, endüksiyon bobini ve boşalmadan geçer. Katod helisleri artık dışarıdan ısıtılmaz, şimdi plazmanın bulunduğu yerden gelen parçacıklar helisleri parlama yayını devam ettirmeğe lüzumlu sıcaklıkta tutarlar, yalnız yanan boşalmadaki gerilim (ki bu yaklaşık olarak 100 volt'tur) starter'deki pırıltı ışığını tutuşturacak durumda değildir. Eski floresans lâmbalarda tüpteki gerilim, starter pırıltı lâmbasının tutuşturma geriliminin üstüne çıkarsa, bu yanmağa başlar ve anlatılan dönemi yeniden tekrar ederdi : lâmba yapıp söner. Pırıltı ve ön ısıtma devresi birer saniye kadar sürer. Floresans lâmbaların anahtar çevrildikten sonra derhal yanmamalarının sebebi budur. 220 volt şebeke gerilimindeki işletmede lâmbanın emin bir surette yakılabilmesi için daha birkaç şeye dikkat edilmesi gerekir. Eğer kâfi derecede koruma tedbirleri almak suretiyle işletmede yüksek gerilim kullanmak kabil olursa, boşalmanın tutuşturulması ve işlemesi çok daha kolay olur. Arka arkaya bağlanmış olan birçok lâmbalar yüksek transforme edilmiş bir gerilimde doğrudan doğruya kullanılabilir. Endüksiyon bobinleri, starter ve tüpteki pırıltıyı helis tellere artık lüzum kalmaz. Bu yüksek gerilimli lâmbalar genellikle ışık reklâmlarında kullanılır.