

DARBELİ AKIMLARDA LED AKIMININ NE ORANDA ARTTIRILABİLECEĞİNİ VEREN BAZI BAĞINTILARIN ÇOK YÜKSEK AKIMLARDA KARŞILAŞTIRILMASI

*Erdem ÖZÜTÜRK**

Özet: LED'in ışık şiddeti içinden akan akımla orantılı olduğundan akım arttıkça daha fazla ışık şiddeti elde edilebilmektedir. Darbeli akımda darbe süresi ve boşluk süresi / darbe süresi oranı uygun olduğunda LED'den nominal doğru akımının çok üstünde genliğe sahip akım darbeleri akıtmak mümkün olmaktadır. Bu çalışmada, yüksek akımlarda LED akımının LED gerilimi ile değişimi ve LED'in ani direcinin (LED üzerindeki gerilim darbesinin genliği / LED'den akan akım darbesinin genliği) akımla değişimi incelenerek LED'den nominal doğru akımının ne kadar üzerinde genliğe sahip akım darbeleri akıtılabileceğine ilişkin bazı bağıntıların karşılaştırması yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler LED, ani direnç, darbeli akım, boşluk süresi / darbe süresi.

The Comparison of Some Relations About Increasing of The LED Current Amplitude At Pulsed Very High Currents

Abstract: If pulse duration and pulse duration / period ratio are chosen suitable in pulsed operation high currents can be passed through the LED. The radiant power of LED is proportional with LED current, so, if current is increased more radiant power can be handle. In this study, the electrical behaviour of LED at pulsed high currents is investigated and some relations that give how much higher amplitude of currents can be passed through the LED according to LED's nominal current are compared.

Key Words: LED, instantaneous resistance, pulsed current, (period)/(pulse duration).

1. GİRİŞ

Birçok uygulamada LED'in verdiği ışığın şiddetinin mümkün olduğu kadar fazla olması gerekmektedir. LED'in ışık şiddeti içinden akan akımla orantılıdır ve akım arttıkça ışık şiddeti artmaktadır. Dolayısıyla LED'den daha fazla ışık elde etmek için, LED'den akan akımın artırılması gerekmektedir (Bhattacharya,1997), (Hickman,1995), (Hickman,1997). LED'den akan akımın değeri arttıkça, LED ısınmakta ve belli bir akım değerinden sonra LED fazla ısınıp yanabilmektedir. Bu nedenle LED'den daha fazla akım akıtmak ancak darbeli çalışmada ve uygun darbe süresi ve (darbe süresi) / (boşluk süresi) oranlarında mümkün olmaktadır. Darbeli çalışmada LED'in ısıl eylemsizliğinin etkili olduğu, yani LED sıcaklığının darbeli akımın genliğinin oluşturduğu ısıl güce karşı gelen sıcaklığa yükselmeden akımın kesildiği darbe sürelerinde ve LED'in akım darbesi süresince edindiği ısıyı tamamen çevreye verebildiği boşluk sürelerinde, LED'den nominal doğru akımının çok üzerinde genliğe sahip akım darbeleri akıtılabilmektedir (Davidov, 1967). Bu çalışmada, nominal akımı 20 mA-400 mA değerlerinde olan LED'lerden, 10 A ve 15 A genlik değerlerine kadar darbeli akımlar akıtılmış ve bu yüksek değerli akımlarda LED'in elektriksel karakteristiğinin, (boşluk süresi) / (darbe süresi) (T/t_d) değerine olan etkisi incelenmiş ve bu incelemeye göre darbe süresi yeterince küçük seçilmek koşuluyla LED'in nominal doğru akımına (I_N) nazaran ne oranda daha fazla genliğe (I_d) sahip darbeli akım akıtılabileceği ile ilgili değişik kaynaklarda belirtilen

* Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Elektronik Mühendisliği Bölümü

$$I_d = I_N \sqrt{\frac{T}{t_d}} \quad (1)$$

$$I_d = I_N \frac{T}{t_d} \quad (2)$$

bağıntılarının karşılaştırması yapılmıştır.

2. LED'İN YÜKSEK AKIM DEĞERLERİNDE ELEKTRİKSEL KARAKTERİSTİKLERİ

Bu bölümde LED'in yüksek akım değerlerinde akım-gerilim, akım-direnç karakteristikleri incelenecek ve bu değişimlerin özelliklerine göre birtakım sonuçlar elde edilecektir.

Ölçme Devresi

LED'in elektriksel karakteristiklerini incelemek amacıyla kullanılan ölçme devresi Şekil 1'de gösterilmiştir. Devrede kullanılan osilatör 555 tümdevresiyle oluşturulmuş, darbe süresi/ boşluk süresi oranı değiştirilebilir bir darbe osilatörüdür. C_t zamanlama kondansatörü, R_A direnci ve diyot üzerinden akan akımla dolmaktadır. Anahtar diyodunun iletim direnci değeri ihmal edilirse, darbe süresi R_A direnci ve C_t zamanlama kapasitesinin değerine bağlı olarak $t_d = 0.695R_A C_t$ ifadesiyle belirlenmektedir. C_t kondansatörü, üzerindeki gerilim belli bir değere gelinceye kadar dolmakta, bu gerilim seviyesinden sonra ise R_B direnci ve 555 tümdevresinin 7 nolu ucu üzerinden toprağa doğru boşalmaktadır. Üretilen darbeli işaretin boşluk süresi kondansatörün boşalma süresini veren $t_b = 0.695R_B C_t$ bağıntısı ile belirlenmektedir. Darbeli işaretin periyodu ise $T = t_d + t_b$ süresine eşit olmaktadır. R_A , R_B ve C_t değerleri değiştirilerek istenilen darbe ve boşluk süreleri elde edilmektedir. Osilatörün ürettiği işaret 3 nolu ucundan verilmektedir. Gürültü ve besleme kaynağındaki titreşimlerin etkisini azaltmak için 1 ve 5 uçları arasına $0,01\mu F$ 'lık bir kondansatör bağlanmıştır.

LED'den darbeli şekilde akım akıtılabilmek için uygun bir anahtar devre elemanına ihtiyaç vardır. Böyle bir eleman, LED'den kısa sürelerde 10A-15A gibi yüksek değerlerde akım darbeleri akıtılması gerektiğinden bu büyüklükteki bir akımı 555 tümdevresinin verebileceği akımla kontrol edebilecek yüksek akım kazancına sahip olmalıdır. Ayrıca iletim anında üzerinde oluşan doyma gerilimi küçük olmalıdır. Doyma geriliminin yüksek değerde olması durumunda büyük değerli akım akıtılabilmek için daha büyük besleme gerilimine ihtiyaç olacaktır. Ayrıca anahtar elemanı ilgili darbe sürelerinde ve yüksek akım değerlerinde ısınmamalıdır. Yukarıda belirtilen özellikler dikkate alınarak anahtar elemanı olarak bir güç MOSFET'i (IRF 840) seçilmiştir. R_o direnci, uçlarındaki gerilim farkı ölçülerek, LED'den akan akımın değerinin bulunmasında kullanılan ölçme direncidir. R_s ise, LED'den akan en büyük akımın değerini belirleyen akım sınırlayıcı dirençtir.

V_{DD} geriliminin temin edildiği doğru akım güç kaynağı 34V ve 1.5A değerlerine sahiptir. Ölçmeler esnasında akıtılan 10A, 15A gibi yüksek değerli akımlar güç kaynağına paralel bağlı kondansatörlerden çekilmektedir. Darbe süresince kondansatörlerden akım çekilmekte, boşluk süresinde ise kondansatörler besleme kaynağından sağlanan akımla dolmaktadırlar. Akım darbelerinin darbe süresi kısa olduğu için bu sürelerde kondansatörlerden çok yüksek akımlar çekilebilmektedir. Akımın çekildiği kondansatörlerin toplam kapasitesi ile akımın aktığı seri yol boyunca gördüğü toplam direncin oluşturduğu zaman sabiti darbe süresine göre çok büyüktür. Bu nedenle darbe süresinin zaman sabitine oranı ile bulunabilecek eğilme çok küçük olmaktadır.

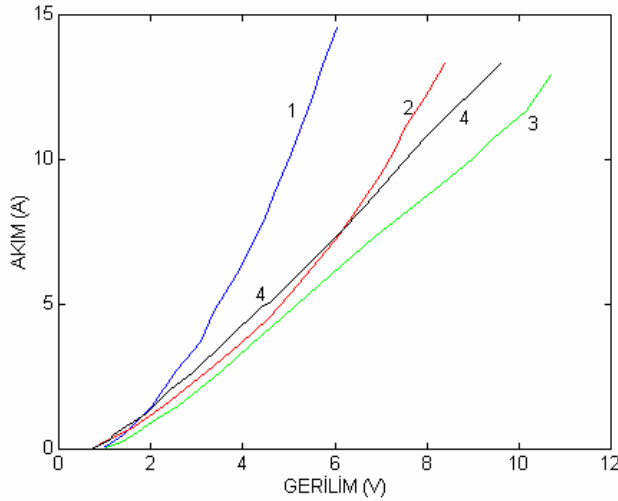
Kondansatörlerden hızlı değişimlere sahip akım darbeleri akıtıldığında darbe değişimlerinde çınlama olayı etkili olmaktadır. Çınlama olayına yol açan kondansatör uçları ve devredeki bağlantı iletkenlerinden kaynaklanan endüktif reaktansı kompanze etmek için güç kaynağı uçlarına büyük ve küçük

değerlerde birkaç kondansatör paralel bağlanmıştır (Hall, 1994). Örnek olarak, iki paralel kondansatör için $470\mu F$ ve $1\mu F$ değerleri seçilebilir.

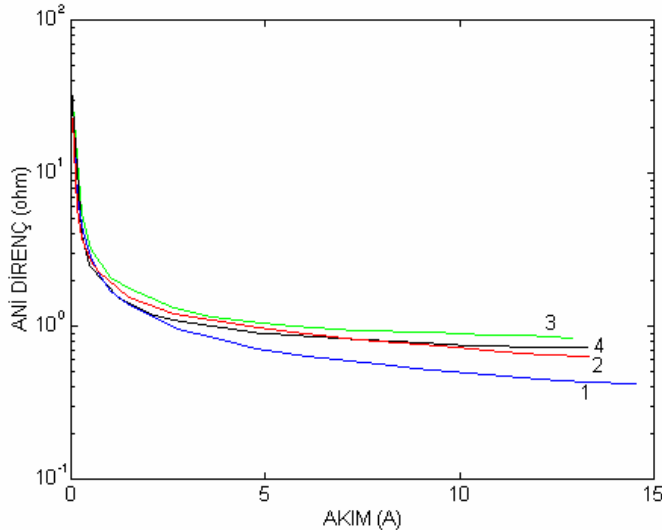
yukarıda sözü edilen en küçük sınır değerinde sabit kalmaktadır. Dolayısı ile yaklaşık 5A'den sonra LED'in gerilim-akım karakteristiği eksponansiyel değil yaklaşık olarak doğrusal bir değişim (direnc karakteristiği) göstermektedir. LED'in gösterdiği ani direncin 5A ve daha büyük akım değerlerinde sabit değerini (r_b) almaya başladığı LED gerilimleri, Şekil 3'teki LED'ler için yaklaşık olarak 3.46V, 4.83V, 5.14V ve 4.52V olmaktadır.

LED'e uygulanan elektriksel güç LED'in gösterdiği direnc üzerinde harcanmaktadır. LED'den akan akımın zamanla darbe şeklinde değişim göstermesi durumunda ve darbe genliğinin I olması durumunda LED üzerinde harcanan elektriksel güç $P = r(I)I^2$ değerinde olur. Burada r ani direncin değeridir ve $r(I)$ şeklinde akımın bir fonksiyonudur. Şekil 3'te 5A'e kadar olan LED akımları için r ani direncinin değerinin akımla azaldığı görülmektedir. $r(I)$ 'nın akımla azalması nedeniyle, LED'de harcanan elektriksel güç belli bir akım sınırına kadar akımın karesinin arttığı oranda artmamaktadır.

LED üzerinde harcanan elektriksel güç ısıya dönüştüğünden jonksiyon sıcaklığının artmasına neden olmaktadır. LED'in ışık şiddeti LED'den akan akımla orantılı olarak artmaktadır. Işık şiddetini artırmak için, darbeleri çalışmada darbe süresi ve darbe süresi / boşluk süresi oranı uygun seçilerek akımın değeri arttırılmaktadır. LED'in ani direnci r_b sınır değerine ulaşıncaya kadar LED üzerinde harcanan ısı güç akımın karesi ile orantılı olarak artmakta fakat orantı katsayısı $r(I)$ direnci akım arttıkça azalmaktadır. $r(I) = r_b$ olduğu akımdan sonra ise ısı güç yaklaşık olarak (optik güç ihmal) $r_b I^2$ şeklinde değişmektedir.



Şekil 2.
Dört farklı LED'in gerilim-akım karakteristikleri.



Şekil 3

Dört farklı LED'in ani dirençlerinin akımla değişimi.

3. BAĞINTILARIN KARŞILAŞTIRILMASI

Yukarıda yapılan incelemelere göre LED'in nominal akımı I_N 'de gösterdiği direnç ile I_d gibi daha yüksek bir akımda gösterdiği direncin eşit sayılabildiği akım değerleri için verilen (1) ifadesi daha yüksek akımlara çıkıldıkça değişecektir. I_d akımı I_N nominal akımının çok üstünde ise bu akımlarda LED'in göstereceği direnç değerleri oldukça farklı olacaktır. I_N nominal akımının jonksiyonda T boşluk süresince harcadığı enerji ile I_d akımının jonksiyonda harcadığı enerjiler eşitlenerek dirençlerin farklı olması etkisi görülebilir:

$$r_N (I_N)^2 T = r_d (I_d)^2 t_d \quad (3)$$

Yukarıdaki bağıntıda r_N , I_N nominal doğru akımında görülen direnç, r_d ise I_d akımında görülen dirençtir. T boşluk süresi, t_d ise darbe süresidir. (3) bağıntısından I_d akımı çekilirse (4) bağıntısı elde edilir;

$$I_d = I_N \sqrt{\frac{T}{t_d}} \sqrt{\frac{r_N}{r_d}} \quad (4)$$

Elde edilen son bağıntı periyot ve darbe süresinin yanında ani direnç oranlarına bağlı olarak, I_d akımının I_N nominal akımına nazaran ne oranda büyük seçilebileceğini göstermektedir. r_d ani direnci r_b sınır değerinden daha küçük olamayacağı için, (r_N/r_d) 'nin (r_N/r_b) değerinde bir en büyük değeri olacaktır. $r_d = r_b$ değerinden sonra (r_N/r_d) değeri hemen hemen sabit kalacaktır.

Direnç oranlarının etkisini sayısal olarak görebilmek için Şekil 3'teki 4 nolu LED için ölçülen değerlerden yararlanılacak olursa ($I_N = 256 \text{ mA}$ 'de $r_N = 5.41 \text{ ohm}$, $I_d = 5.69 \text{ A}$ 'de $r_d = 0.996 \text{ ohm}$ 'dur);

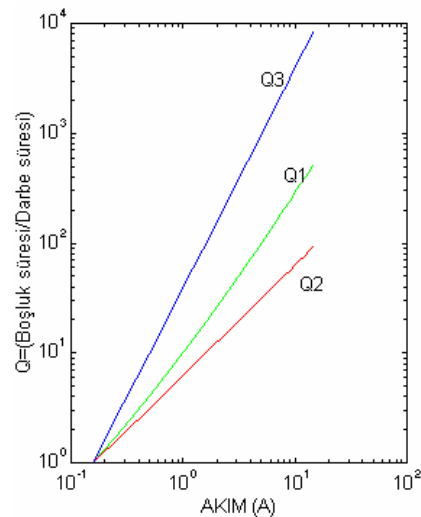
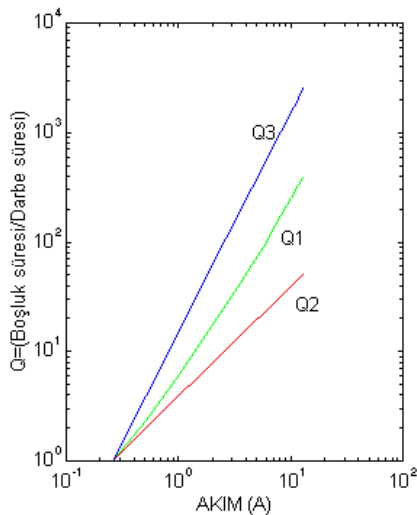
$$\sqrt{\frac{r_N}{r_d}} = \sqrt{\frac{5.41}{0.996}} \cong 2.33$$

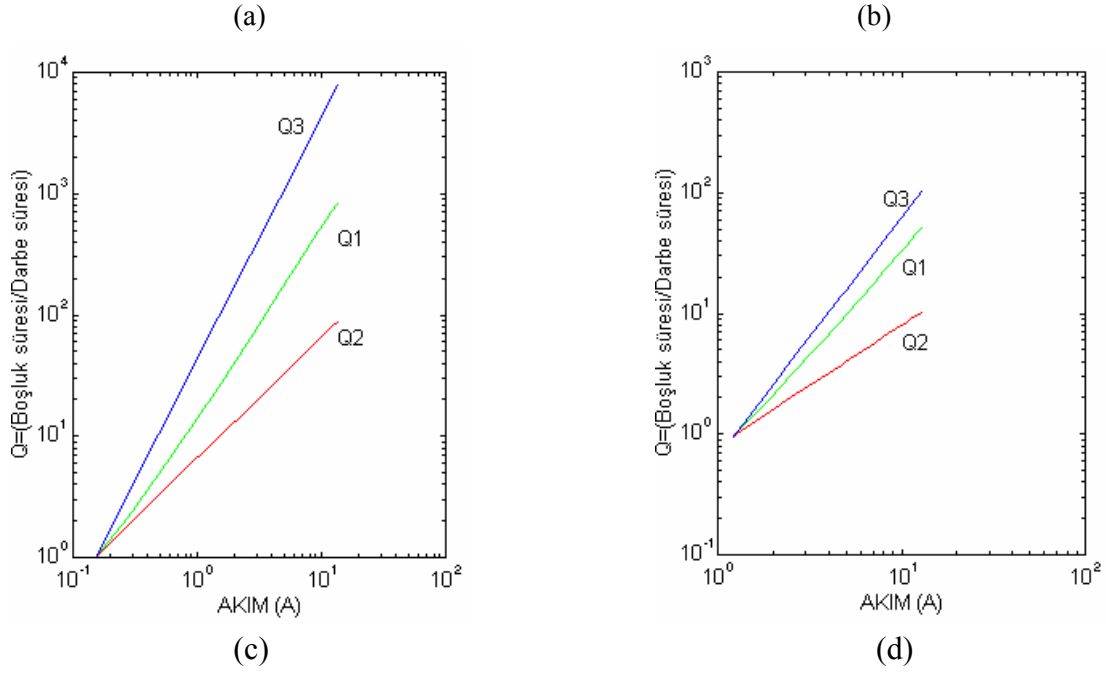
olmaktadır. Yani, bu örnekte direnç oranları gözönüne alındığında LED'den yaklaşık iki kat daha büyük akım akıtmanın mümkün olduğu ortaya çıkmaktadır.

Yukarıda elde edilen (4) bağıntısından T/t_d oranı çekilirse aşağıda verilen Q1 bağıntısı elde edilir:

$$Q1 = \left(\frac{I_d}{I_N} \right)^2 \frac{1}{r_N/r_d} \quad (5)$$

Aynı oran (2) ifadesinden çekilirse;





Şekil 4.

(a) TLHRS 101 (TFK (ITT)), (b) SLR 932 A (SANYO), (c) LD 271 (SIEMENS), (d) Diğer bir TLHRS 101 (TFK (ITT)) LED'leri için üç farklı ifadeye göre T / t_d değişimleri.

$$Q2 = \frac{I_d}{I_N} \quad (6)$$

(1) ifadesinden çekilirse;

$$Q3 = \left(\frac{I_d}{I_N} \right)^2 \quad (7)$$

elde edilir. Son ifadelerden görüldüğü gibi $(r_N / r_d) > 1$ ve $I_d > I_N$ olduğundan $Q3 > Q2$ ve $Q3 > Q1$ 'dir. Dört farklı GaAs LED için Q1, Q2 ve Q3'ün akıma bağlı olarak değişimleri Şekil 4'te gösterilmiştir. Söz konusu şekildeki grafikler elde edilirken, akım değerleri olarak (r_N / r_d) oranının hesaplanabildiği ölçülmüş olan değerler kullanılmıştır. Her bir grafikteki üç farklı Q değişimlerinin kesişim noktasındaki akım değeri, nominal akım değerine karşılık düşmektedir.

4. SONUÇ

LED'in elektriksel direncinin yüksek akımlarda azalması şeklindeki davranışı gözönüne alınarak (3) bağıntısındaki direnç oranlarının ne ölçüde etkili olduğu belirtilmiş ve (1), (2) ve (3) bağıntılarına göre boşluk süresi / darbe süresi oranının değişimleri gösterilmiştir. Elde edilen değişimlere bakıldığında yüksek akımlarda LED'in en az ısınmasına yol açacak (T / t_d) oranını veren bağıntının (1) bağıntısı olduğu ortaya çıkmaktadır. LED'in fazla ısınmaması ya da yanmaması için yukarıda belirtilen T / t_d oranının yeterli büyüklükte olması yanında darbe süresinin de yeteri kadar küçük seçilmesi gerektiğini burada tekrar hatırlatmak gerekmektedir.

5. KAYNAKLAR

1. BHATTACHARYA, P. (1997) Semiconductor Optoelectronic Devices, Prentice-Hall, USA, 206-230.

2. BOYLESTAD, R. ve L. NASHELSKY. (1992) Electronic Devices and Circuit Theory, Prentice-Hall, USA.
3. BRADBURY, D. (1991) Shedding Light on Optoelectronics, Electronics World + Wireless World, 911-915.
4. DAVIDOV, P. D. (1967) Yarıiletken Elemanların Isıl Prensiplerinin Analizi ve Hesaplanması, Energiya, Moskova, 5-140.
5. HICKMAN, I. (1995) Reflections on Optoelectronics, Electronics World + Wireless World, 970-974.
6. HICKMAN, I. (1997) A Look at Light, Electronics World, 466-471.
7. HALL, V. D. (1994) Mikroşlemciler ve Sayısal Sistemler, Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, Eskişehir, 7.