

1,2/50, 1,2/5 ve 1,2/200 Şok Gerilimleri İçin Şok Gerilim Devresinin Elemanlarının Hesabı

Yazarlar

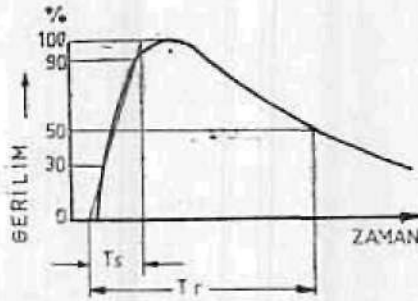
Dipl. Ing. O Etsel
Nürnberg Ohm Politeknikumu
Öğretim üyesi
Dr. Ing. Günter Helmchen
S.S.W. AG. Nürnberg
fabrikalarında yönetici

Çeviren :
TANER ÖNAL
Müh.
EEİM

Genel :

1940'dan beri yürürlükte olan VDE'nin «Muayenelerde şok geriliminin kullanılması ve elde edilmesine ait kaideler» inde şok devresinin elemanlarının ve karakteristik sürelerinin (T_s ön süre ve T_r ,arka yarı değer süresi) ön hesaplanmaları için iki metod verilmişti. Bu metodlar 1/50, 1/10 ve 1/5 ilk şok gerilim dalgaları için geçerli idiler. IEC - Publication «High - Voltage Test Techniques» de verilen değerlere uymak için yeni hazırlanan kaidelerde normlaştırılmış gerilimler olarak 1,2/50, 1,2/5 ve 1,2/200 dalgaları alınmıştır. Ayrıca şok gerilimin ön süresinin manası değiştirilmiştir. Bu sebeplerden dolayı hesaplama metodları bu yeni dalga şekilleri için verilmelidir. Aşağıda verilen hesaplama metodu her şeye rağmen her defasında lüzumlu olan oslografik kontrolün yerini alamaz.

T_s , Ön süre
 T_r , Arka yarı değer süresi



Şekil : 1 — VDE 0433 kısımlarına göre şok gerilimi karakteristiki değerleri.

Şok Gerilimi Gösterilmesi :

Bir devrede iki enerji kaynağı tarafından meydana getirilen şok gerilimi

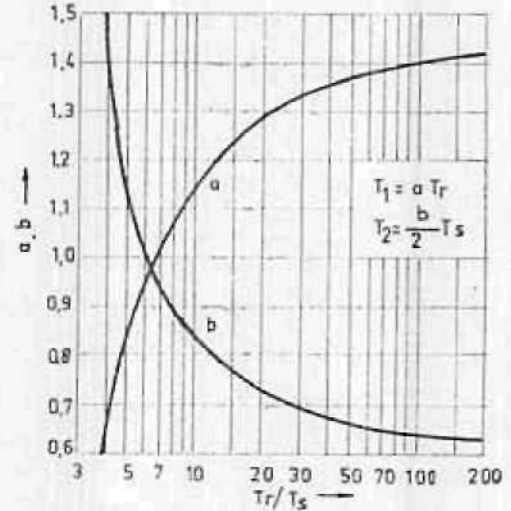
$$u = k (e^{-t/T_1} - e^{-t/T_2})$$

formülü ile verilir. Burada daha çok ilk eksponensiyal fonksiyon dalganın arkası için ikincisi ise ön kısım için önemlidir. Şok geriliminin

T_1 ve T_2 zaman sabitleriyle matematiki gösterilmesi ve T_r , T_s süreleri ile teknik gösterilmesi arasında bir bağlantı vardır. Bu teknik gösterilme pratikte kullanmaya daha uygundur. En basit olarak birbirlerine olan bağlantıları belli bir zaman için çizim yolu iledir. Marquerre'nin verdiği bağlantılar

$$T_1 = a \cdot T_r \quad T_2 = \frac{b}{2} \cdot T_s$$

Burada a ve b faktörleri T_r / T_s oranının fonksiyonlarıdır. Yeniden yapılan hesaplamalar sonunda neticeler Şekil 2'de a, b, T_r / T_s oranına bağlı, Şekil 3'de ise verilmiş T_1 / T_2 oranına bağlı olarak verilmiştir.

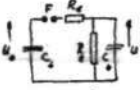
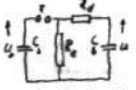



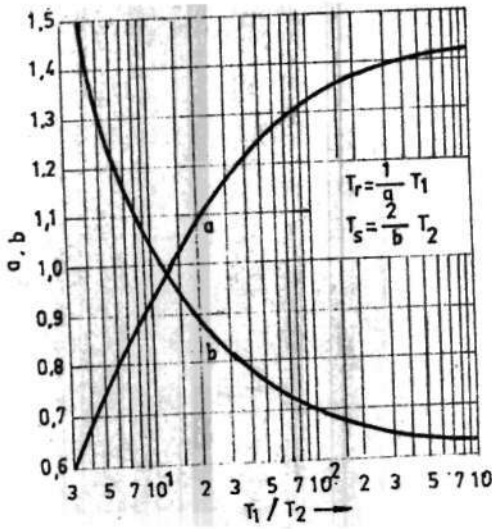
Şekil : 2 — a, ve b Faktörlerinin verilmiş T_s ve T_r sürelerine göre 2 ve 3 nolu denklemlerden çıkarılmış diyagramı.

Şok Devresi Elemanları ve Karakteristik Zamanları Hesablanmaları, Kati Hesaplama Metodu:

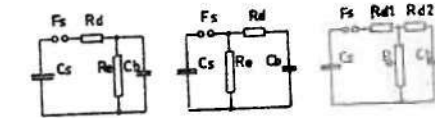
Belli bir şok dalgası ile muayene için şok devresi elemanlarının hesaplanmaları lüzumdur. Bu da ark direnci ve devre indüktivitesi pek büyük tesirleri olmadığından göz önüne alınmadan muayene için yetecek hassasiyette hesaplanabilirler. Şekil 4'de üç tip bağlantı verilmiştir.

Tablo 1. Şok devresi elemanları ve karakteristik zamanlarının hesabı

 <p>Bağıntı a)</p>	 <p>Bağıntı b)</p>	 <p>Karışık bağlantı</p>
Şok devresi elemanları hesapları		
<p>$T_1 = aT_r$ (2); $T_2 = (b/2)T_s$ (3) a ve b faktörlerini şekil 2 den alınız</p> $R_d = \frac{1}{2C_b} \left[(T_1 + T_2) - \sqrt{(T_1 + T_2)^2 - 4T_1T_2 \left(\frac{C_s}{C_b} + 1 \right)} \right] \quad (5a)$ $R_c = \frac{1}{2(C_s + C_b)} \left[(T_1 + T_2) + \sqrt{(T_1 + T_2)^2 - 4T_1T_2 \left(\frac{C_s}{C_b} + 1 \right)} \right] \quad (5a')$ $R_d C_b = \frac{T_1 + T_2}{2} \cdot \frac{C_b}{C_s} \left[1 - \sqrt{1 - 4 \frac{T_1 T_2}{(T_1 + T_2)^2} \left(\frac{C_s}{C_b} + 1 \right)} \right] \quad (5a'')$ $R_c C_s = \frac{T_1 + T_2}{2(1 + C_b/C_s)} \left[1 + \sqrt{1 - 4 \frac{T_1 T_2}{(T_1 + T_2)^2} \left(\frac{C_s}{C_b} + 1 \right)} \right] \quad (6a')$ <p>$\frac{(T_1 + T_2)^2}{T_1 T_2} > 4 \frac{C_s + C_b}{C_b}$ için (7a)</p> $\gamma = \sqrt{\frac{R_c C_s}{R_d C_b} \left(\frac{T_1}{T_2} \right)^2 \frac{1 + T_1/T_2}{2(1 - T_1/T_2)}} \quad (8a)$ $R_d C_b = T_r \gamma \quad (8a')$ $f = \frac{\sqrt{T_1 T_2}}{T_2} \left(\frac{T_1}{T_2} \right)^2 \frac{1 + T_1/T_2}{2(1 - T_1/T_2)} \quad (8a'')$ $R_c C_s = T_r \gamma \quad (8a''')$ $v = \frac{\sqrt{T_1 T_2}}{T_r} \left(\frac{T_1}{T_2} \right)^2 \frac{1 + T_1/T_2}{2(1 - T_1/T_2)} \quad (10a)$	<p>$T_1 = aT_r$ (2); $T_2 = (b/1)T_s$ (3) a ve b faktörlerini şekil 2 den alınız</p> $R_d = \frac{1}{2C_b} \left[(T_1 + T_2) - \sqrt{(T_1 + T_2)^2 - 4T_1T_2 \left(\frac{C_b}{C_s} + 1 \right)} \right] \quad (5b)$ $R_c = \frac{1}{2(C_s + C_b)} \left[(T_1 + T_2) + \sqrt{(T_1 + T_2)^2 - 4T_1T_2 \left(\frac{C_b}{C_s} + 1 \right)} \right] \quad (5b')$ $R_d C_b = \frac{T_1 + T_2}{2} \left[1 - \sqrt{1 - 4 \frac{T_1 T_2}{(T_1 + T_2)^2} \left(\frac{C_b}{C_s} + 1 \right)} \right] \quad (5b'')$ $R_c C_s = \frac{T_1 + T_2}{2(1 + C_b/C_s)} \left[1 + \sqrt{1 - 4 \frac{T_1 T_2}{(T_1 + T_2)^2} \left(\frac{C_b}{C_s} + 1 \right)} \right] \quad (6b')$ <p>$\frac{(T_1 + T_2)^2}{T_1 T_2} > 4 \frac{C_s + C_b}{C_s}$ için (7b)</p> $\gamma = \sqrt{\frac{R_c C_s}{R_d C_b} \left(\frac{T_1}{T_2} \right)^2 \frac{1 + T_1/T_2}{2(1 - T_1/T_2)}} \quad (8b)$ $R_d C_b = T_r \gamma \quad (8b')$ $f = \frac{\sqrt{T_1 T_2}}{T_2} \left(\frac{T_1}{T_2} \right)^2 \frac{1 + T_1/T_2}{2(1 - T_1/T_2)} \quad (8b'')$ $R_c C_s = T_r \gamma \quad (8b''')$ $v = \frac{\sqrt{T_1 T_2}}{T_r} \left(\frac{T_1}{T_2} \right)^2 \frac{1 + T_1/T_2}{2(1 - T_1/T_2)} \quad (10b)$	<p>$T_1 = aT_r$ (2); $T_2 = (b/2)T_s$ (3) a ve b faktörlerini şekil 2 den alınız</p> $R_{d1} = \frac{(T_1 + T_2)(1 + \alpha) - \sqrt{(T_1 + T_2)^2 (1 + \alpha)^2 - 4T_1 T_2 \left(\frac{C_s}{C_b} + 1 + \alpha^2 + \alpha \frac{C_b}{C_s} \right)}}{2(C_s + \alpha^2 C_b)} \quad (5c)$ $R_b = \frac{2(T_1 + T_2)(C_s + \alpha^2 C_b) - (C_s + \alpha C_b) \left[(T_1 + T_2)(1 + \alpha) - \sqrt{(T_1 + T_2)^2 (1 + \alpha)^2 - 4T_1 T_2 \left(\frac{C_s}{C_b} + 1 + \alpha^2 + \alpha \frac{C_b}{C_s} \right)} \right]}{2(C_s + C_b)(C_s + \alpha^2 C_b)} \quad (6c)$ $R_{d1} C_b = \frac{T_1 + T_2}{2} \cdot \frac{(1 + \alpha) - \sqrt{(1 + \alpha)^2 - 4 \frac{T_1 T_2}{(T_1 + T_2)^2} \left(\frac{C_s}{C_b} + 1 + \alpha^2 + \alpha \frac{C_b}{C_s} \right)}}{\left(\frac{C_s}{C_b} + \alpha^2 \right)} \quad (5c')$ $R_c C_s = \frac{T_1 + T_2}{2} \cdot \frac{2 \left(1 + \alpha^2 \frac{C_b}{C_s} \right) - \left(1 + \alpha \frac{C_b}{C_s} \right) \left[1 + \alpha - \sqrt{(1 + \alpha)^2 - 4 \frac{T_1 T_2}{(T_1 + T_2)^2} \left(\frac{C_s}{C_b} + 1 + \alpha^2 + \alpha \frac{C_b}{C_s} \right)} \right]}{\left(1 + \frac{C_b}{C_s} \right) \left(1 + \alpha^2 \frac{C_b}{C_s} \right)} \quad (6c')$ <p>$\frac{(T_1 + T_2)^2}{T_1 T_2} > 4 \frac{1 + (C_b/C_s) + \alpha^2 + \alpha^2 (C_b/C_s)}{(1 + \alpha)^2}$ için (7c)</p> $\gamma = \frac{R_c C_s}{T_r} \left(\frac{T_1}{T_2} \right)^2 \frac{1}{1 - T_1/T_2} \quad (8c)$ <p>f ve v faktörlerinin verilmesinden yararlanılır.</p>
Şok devresi karakteristik zamanları hesabı		
<p>$u = k(e^{-t/T_1} - e^{-t/T_2})$ (1) $T_1 = (1/a)T_r$ (2); $T_2 = (2/b)T_s$ (3) a ve b faktörlerini şekil 2 den alınız</p> $T_1 = 1/2 \left[R_c C_b + (R_d + R_c) C_s \right] \frac{1}{(-)} \sqrt{[R_c C_b + (R_d + R_c) C_s]^2 - 4R_d R_c C_s C_b} \quad (11a)$ <p>T_2 negatif kök ön işaretli $k = \frac{U_0 T_1 T_2}{R_d C_b (T_1 - T_2)} \quad (12a)$</p>	<p>$v = k(e^{-t/T_1} - e^{-t/T_2})$ (1) $T_1 = (1/a)T_r$ (2); $T_2 = (2/b)T_s$ (3) a ve b faktörlerini şekil 2 den alınız</p> $T_1 = 1/2 \left[R_c C_s + (R_d + R_c) C_b \right] \frac{1}{(-)} \sqrt{[R_c C_s + (R_d + R_c) C_b]^2 - 4R_d R_c C_s C_b} \quad (11b)$ <p>T_2 negatif kök ön işaretli $k = \frac{U_0 T_1 T_2}{R_d C_b (T_1 - T_2)} \quad (12b)$</p>	<p>$u = k(e^{-t/T_1} - e^{-t/T_2})$ (1) $T_1 = (1/a)T_r$ (2); $T_2 = (2/b)T_s$ (3) a ve b faktörlerini şekil 2 den alınız</p> $T_1 = 1/2 \left[R_{d1} (C_s + \alpha C_b) + R_c (C_s + C_b) \right] \frac{1}{(-)} \sqrt{[R_{d1} (C_s + \alpha C_b) + R_c (C_s + C_b)]^2 - 4R_{d1} R_c C_s C_b [1 + \alpha(R_{d1}/R_c)]} \quad (11c)$ <p>T_2 negatif kök ön işaretli $k = \frac{U_0 T_1 T_2}{R_{d1} C_b [1 + \alpha(R_{d1}/R_c)] (T_1 - T_2)} \quad (12c)$</p>



Şekil : 3 — a ve b Faktörlerinin verilmiş T_1 ve T_2 zaman konstantelerine göre 2 ve 3 nolu denklemlerden çıkarılmış diyagram.



- C_s Şok kapasitesi
- C_b Yük kapasitesi
- F_s Atlama elektrodları
- R_d Söndürücü direnç
- R_e Deşarj dirençi

Şekil 4 — Bir şok gerilim devresinin basitleştirilmiş şekilleri.

Şok devresi induktivitesi hesaplamalarda aşağıdaki şarta dikkat edildiği takdirde göz önüne alınmayabilir.

$$\frac{L}{R_e} \leq T_{\text{kritik}} \approx 0,1 T_s$$

Şekil 4'deki bağlantılar için R_d söndürücü ve R_e deşarj dirençleri, şok kapasitesi C_s ve C_b 'nin genel olarak belli olan değerlerinden, Tablo 1'deki denklemler (5 ve 6 numaralı denklemler) kullanılarak hesaplanabilirler. Bir örnek almak suretiyle aşağıda olan çizim yoluyla gösterilmelerinde R_d , C_b ve R_e , C_s için daha iyi neticeler alırız. Böylece 5' ve 6' denklemlerinde zaman sabitleri $R_d C_b$ ve $R_e C_s$, C_b / C_s sin fonksiyonları şeklindedirler. Bu denklemlerin kullanılması suretiyle $R_d C_b$ ve $R_e C_s$, yeni normlaştırılan 1,2/50, 1,2/5 ve 1,2/200 şok dalgaları için şekil 5'den 7'ye kadar a ve b devreleri için C_b / C_s sin fonksiyonları olarak gös-

terilmiştir. Şekil 5'de ayrıca karışık devre ($R_{d1} = R_{d2}$) için de eğriler verilmiştir. Yeni tasarı halindeki VDE nizamlarına alınan eğrilerle gösterme yolu, pratik için, şok devresi elemanları hesabında basit ve yetecek derecede hassas bir yoldur. Şekil 5-7'de ayrıca verim derecesi η C_b / C_s bağılı olarak tablo 1'in 8. denkleminde hesaplanarak verilmiştir. Şekil 6'da a bağlantısının eğrileri gösterilmemiştir. Çünkü bu bağlantı 1,2/5'lik dalga için verim derecesinin çok düşük olmasından bu bağlantı, bu dalga için genel olarak kullanılmaz.

Şimdiye kadar geçerli olan VDE kaideleri elemanların hesaplanmaları için

$$R_d C_b = T_s \cdot \frac{\zeta}{\eta}$$

$$R_e C_s = T_r V \eta$$

denklemlerini verirler. Bu denklemler yeni kaidelere, $R_d C_b$ ve $R_e C_s$ eğrileri ile gösterme metodunun kullanılması sebebiyle alınmamıştır. Sadece bu hesaplamaların tam olması için 9 ve 10 numaralı denklemlerle hesaplanan ζ ve η faktörleri tablo 2'de verilmiştir.

Tablo : 2 T_s / T_r oranına bağlı ζ , η faktörleri

T_s / T_r	1,2/5	1,2/50	1,2/200
ζ	0,43	0,33	0,31
η	1,08	1,41	1,43

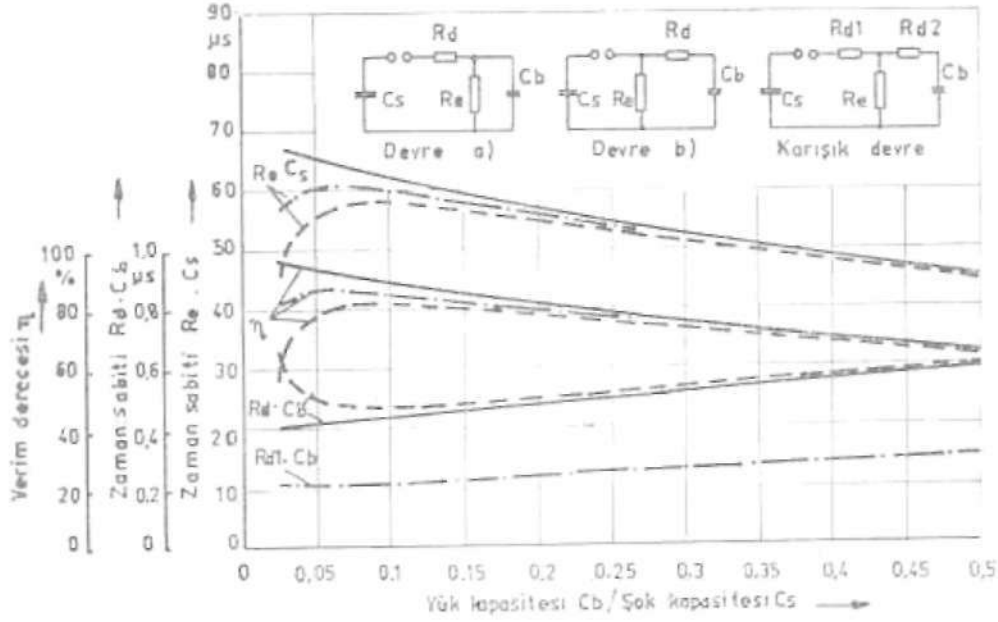
5' ve 6' denklemlerinde olan verim derecesi η için değerler şekil 5-7'deki eğrilerden alınır.

Buraya kadar yazılan metod verilmiş şok dalgasına göre elemanların hesaplanmasını mümkün kılar. Buna karşılık şok devre elemanları üzerinden dalganın hesaplanması lâzım geldiği takdirde 1,2,3,11 ve 12 numaralı denklemlerin kullanılması lâzımdır.

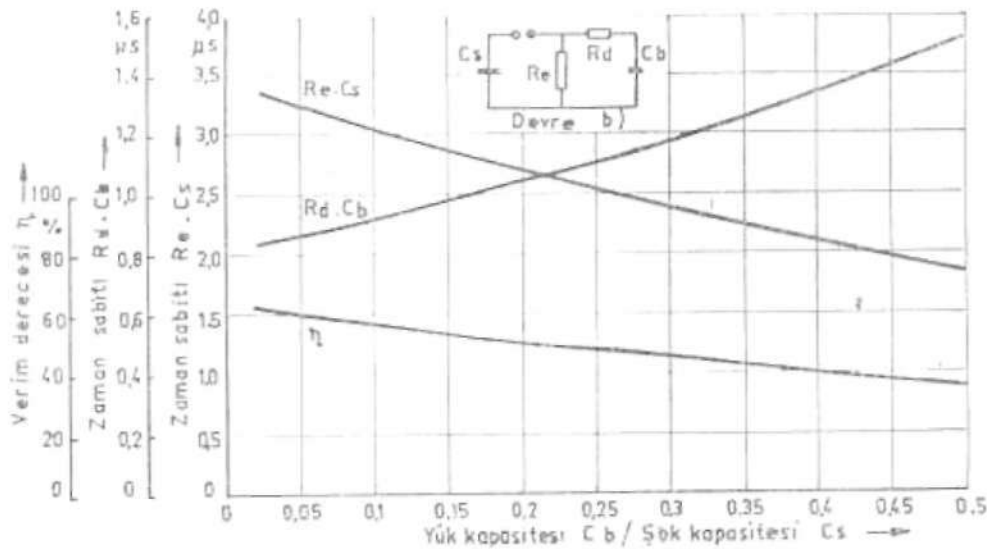
Yaklaşık Hesap Metodu

Şimdiye kadar geçerli olan VDE nizamlarında kati hesap metoduna nazaran daha avantajlı olan ikinci bir yaklaşık hesaplama metodu verilmiştir. Bu metodta devre elemanlarının teker teker şok dalgası üzerindeki tesirlerini daha iyi bir şekilde görmemiz mümkün olur. Bu metodtaki eşitlikler T_s / T_r oranı küçülmesi ile hassaslaşırlar. 1,2/50 ve 1,2/200 şok dalgaları için sadece ufak bir hatayı haizdirler. Yeni nizamnameye (VDE 0433) alınan ve η verim derecesi içinde eşitlikleri verilen yaklaşık formüller :

Şekil 4'deki a bağlantısı için



Sekil : 5 — 1,2/50 Dalga için C_b/C_s bağı olarak Z , R_d , C_b ve $R_e \cdot C_s$ a bağlantısı, b bağlantısı $R_d = R_d$ için karışık devre.



Sekil : 6 — 1,2/5 dalga için C_b/C_s bağı olarak η , $R_d \cdot C_b$ ve $R_e \cdot C_s$

Ön süre

$$T_s \approx \frac{2}{b} \cdot \frac{R_d \cdot R_e}{(R_d + R_e)} \cdot \frac{C_b \cdot C_s}{(C_b + C_s)} \quad (13a)$$

Arka yarı değer süresi

$$T_r = \frac{1}{a} \cdot (R_d + R_e) \cdot (C_b + C_s) \quad (14 a)$$

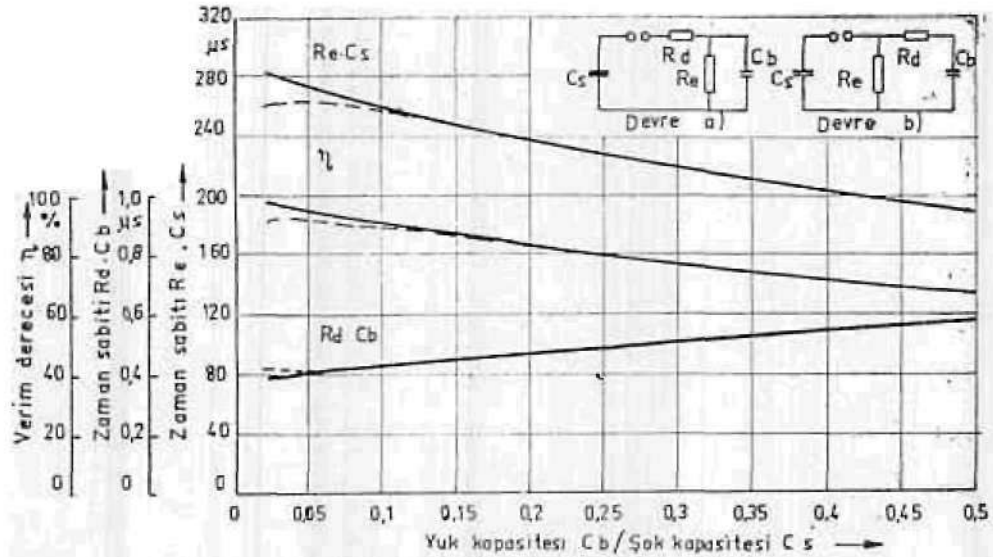
Verim derecesi

$$\eta = \frac{R_e \cdot C_s}{(R_d + R_e) C_b + C_s} \quad (15a)$$

Şekil 4'deki b bağlantısı için

Ön süre

$$T_s \approx \frac{2}{b} R_d \cdot \frac{C_b \cdot C_s}{C_b + C_s}$$



Şekil : 7 — 1.2/200 dalga için C_b/C_s bağı olarak R_d , C_b ve R_e , C_s - a, bağlantısı - b bağlantısı.

Arka yarı değer
süresi

$$T_r \approx \frac{1}{a} \cdot R_e (C_b + C_s)$$

Verim derecesi

$$\eta \approx \frac{C_s}{(C_s + C_b)}$$

Bu formüllerdeki a, b bağlantıları için eşit olan 1/a ve 2/b faktörleri yeniden hesaplanarak tablo 3 de verilmiştir.

Tablo: 3 T_r/T oranına bağlı 1/a ve 2/b faktörleri

T_r/T	1,2/5	1,2/50	1,2/200
1/a	1,44	0,73	0,70
2/b	1,49	2,96	3,15

Sonuç:

1940'den beri yürürlükte olan VDE 1*BO/XL 30 Muayenelerde şok gerilimi itilnmiinasl Ve elde edilmesine itil Kıldıdan de 1/BO, 1/10 vt 1/5 dal^rdun için r^ult devrtif] BİemtöÜBn heaablafinnluru İçin İki metod verilmniftir. Bu nitlular yeni VDE 0433 Teli 3/64 1,2/60, 1,3/5 ve ;,2/200 drılfral&rma uygun peklide alınmıştır. Hu^ıblanı neticeleri buradn dltıgranı eğrileri olarak verilmiş Ur, Bu pratik için yetecek kudtır hıaaas bir şHkSıde ve dalın, ktsu yoldun elemanların hısttblajmıul[ırju verir.

Bu konu Umriüdeliı yanln-r

Elsner, H.: Kmeugung nonngerfrittter Spflarv üngSitüssc bel Stgaganlug^{01*} ROT 6 en r h o, w

Spannuneen. VDE - Fachber, Bil. S (1930) S. 159-103

Elmer, R.; Dlc Voratifflihereolnuntf von Stosajjenera tören und Ihrer Sicsvfcilen ETK Bd, &f İÖ3S S. 3TC-37S

Klsner, fi. ; Der Geltunc;flben.'İErr der İn den nenen VDE - LsllLstoen (Ü> dlü EnseugonE; varı SfojMTjfmntriEtfn, u nihai loneu NfiherUngsJfpr-mûln ETÜ İ3d, ÖÜ 193ü S. 1305-1371

MargUrnv, W. : Dir: Breelmunff des Glosiskrel-s&6 (Or elce geelenc Form der Stosapann-un£ ETZ Ed, 60 193D 3, 537-835

^Targnierre, W.: Dle f0rş8Uguaf normgerethtiir StossjflJiJiuingen bei hoher Ausnützungs der Stoffianltge ETZ Bd, \$0 1038 3. 1205

IEC - Publtcation (30 1032 rHI^! Voltage Töil Tfiçln!quins> î. Aitfluge VDE 1433 Ttü 3/04

Helmchan, G. ; Befltliirmunffen für die Erasueitlg und A^üeadunE; von Sloafispannungnn Mtd Stoa.aatrlinen für Ftölawı:ekc ETZBBd. 10 İBÜİ Hmfi İS a, öGO-GGI

Strffül, Helmehoa : Elektrlrche Slojssfeatlçkelt 2. fİMİL Spjdngcr Verlütf l&5&

Fleolce, K : Stossflpanmjnfjjen und StosHpmiü-ünjvskrelfle ETüf-A Bd. TO İSSB S. 380-332

Voldenbuçlı, A. : Eln oligetnelnea Bereclm-tın^virfihrenü für Stossedmltungen mit dnfl vuncıtıundeı- imnDianglgori EmTUiosp^icijicrtı Das. TH Auebea 1933

Völüenmsch, A. : Bel (TU g 7,ur BL>ık-eLniñji von StosHaehtLütucgon inlt BV>d Energieapolchern BTtA Ed. 80 1059 S. G17-622