

735 Kv'luk. Kaskat Bağlı Akım Transformatörü

Yazan
Donald L. Johnston and
Howard R. Luoas IEEE
 1967 (VoL Pas. 86;
 No? 10

Çeviren
Fehim SEYHAN
 Elekt. Yük. Müh./
 Etibank

ÖZET:

Bu yazıda 735 KV'luk bir akım transformatörünün projelendirme ilkeleri açıklanmış ve kaskat bağlantı şeklinin üstünlükleri belirtilmiştir. Dört kademeli kaskat bağli bir akım transformatörünün projelendirme ve yapı şekli deney neticeleri ile birlikte bu yazıya dahil edilmiştir. Elde edilen neticeler bazı tatbikat sahaları için kaskat bağlantı şeklinin en iyi çözüm olduğunu göstermektedir.

SUMMARY:

The design concepts for 735 kv current transformers are illustrated. The advantages of cascade construction are elaborated. Construction and test data covering the design, and manufacture of a 4-Stage cascade current transformer (CT) are included. Conclusions indicate that cascade construction is the best choice for certain applications.

GİRİŞ:

Çok yüksek gerilim değerlerinde, belli bir tatbikat sahası için bir proje mühendisinin en iyi bir çözüm şeklini bulabilmesi için değişik çözüm şekillerini, istenen donelere göre bir mukayesesini yapması gereklidir. Bu yazıda izah edilen akım transformatörü için kaskat bağlantı şekli aşağıda verilen sebeplerden dolayı tercih edilmiştir.

- 1 — İstenen "bütün özellikleri bu çözüm şekli ile elde etmek mümkündür.
- 2 — Yalıtkanı daha tesirli bir şekilde kullanmak mümkündür.
- 3 — Bu projelendirmenin üniteleri senelerden beri imâl edilen transformatörler olduğu için daha fazla güven sağlamaktadır.

BU PROJELENDİRMEDE İSTENEN ÖZELLİKLER :

Primer akım: 2000 amper

Sekonder akım: 5-5-5 amper ("üç sekonder devreli)

Sistem gerilimi: 735 KV

Baz yalıtkanlık seviyesi (BİL): 2200 KV tepe değeri

Yaşda açıp kapama darbe dayanım deneyi: 1350 KV tepe değeri

150/250 ye 3000/5000 - silk dalga.

Elektrik Mühendisliği 158

Bir dakikalık endüstri frekanslı yüksek gerilim deneyleri:

Kuru: 960 KV efikas değeri

Yaş: 850 KV efikas değeri

465 KV efikas değerinde radyo tesir gerilimi - 200 V maksimum

Yukarda verilen özellikleri Bağlıyacak 4 - kademeli, bir kaskat akım transformatörü gerçekleştirilmiş ve yapıda esas alınan belli başlı özellikler bu yazıda verilmiştir.

PROJELENDİRMEDE ESAS OLARAK ALINAN İLKELER :

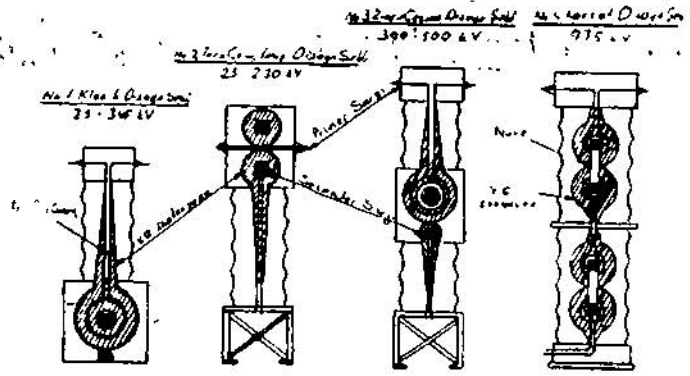
Yüksek gerilim akım transformatörlerinin boyutlarını minimuma indirmek için esas yalıtkan maddesi olarak yağda emdirilmiş kâğıt kullanmak bütün dizayn mühendisleri tarafından kabul edilen bir gerçektir. Dört değişik yapı şekli kullanmak mümkündür: Belli bir tatbikat sahası için seçme yaparken maliyet, emniyet, çalışma özellikleri ve nakliye kolaylıklar) yönünden bir mukayese gözönünde bulundurulur. Kullanılan belli başlı yapı şekilleri Şekil (1) de gösterilmiş ve izahları aşağıda verilmiştir:

KLASİK DİZAYN ŞEKLİ :-

Esas yalıtkan primer sargı üzerine yerleştirilmiş olup kazan toprak gerilimindedir.

TERS ÇEVİRİLMİŞ DİZAYN ŞEKLİ :

Esas yalıtkan buşing boyunca aşağıya gelen sekonder sargı üzerine yerleştirilmiş olup bu durumda kazan üzerinde gerilim mevcuttur.



ŞEKİL-1 Yüksek gerilim değerlerinde çalışan muhtelif tip transformatörlerin (örneğin, hanstriksiyon) sebepleri

ZİNCİR GEÇME DİZAYN ŞEKLİ :

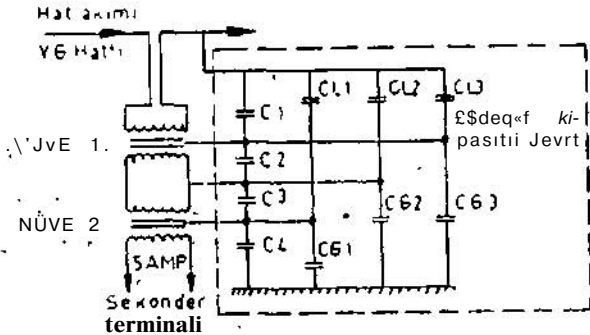
Esas yalıktan primer ve" sekonder sargılar üzerine sarılmıştır. Çekirdek sargılar geniş bir buşing- İçerisine veya porselen İzolatör üzerine tesbit edilmiş-bir- metal kazan içerisine yerleştirilir. Kazan üzerinde yüksek gerilim giriş buşingi vardır. Kazan çalışma geriliminin takribin yan değerinde olup kazan üzerinde gerilim mevcuttur.

KASKAT DİZAYN ŞEKLİ :

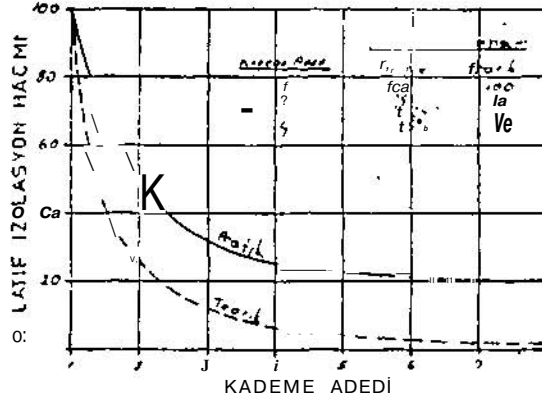
Esas yalıktan birkaç bobin arasında dağıtılmıştır. Bu yazıda İzah edilen akım transformatörü dört bobinden müteekkildir. Her bobin tatbik edilen gerilimin yalnız dörtte birini taşır. Sargılar manyetik çekirdekle birbirlerine irtibatlandırılmış olup Şekil (2) de gösterildiği gibi seri olarak bağlanmışlardır. Bir bobin için kullanılan toplam yalıktan hacmi çalışma geriliminin küpü ile değiştiğine göre, teorik olarak 4 kademeli bir kaskat transformatör için gerekli yalıktan malzemesi tek üniteli transformatör

için gerekli miktarın yalnız 1/16 sı kadardır. Yalıktan malzemesinde elde edilen tasarruf Şekli (3) de gösterildiği gibi bu teorik değerden daha da azdır.

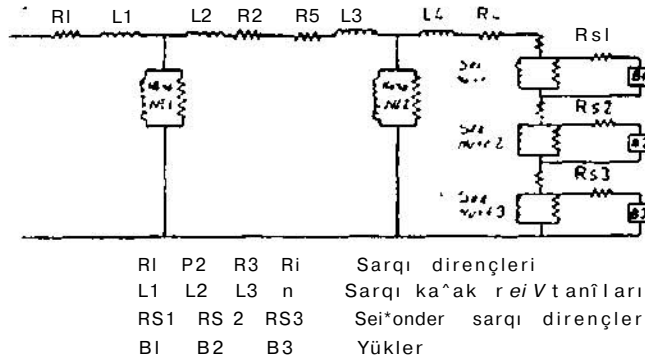
4. kademeli bir kaskat transformatörü egdeğer devresi Şekil (4) de gösterilmiştir. Bu şekilden görüleceği gibi kaskat bağlı bir akım transformatörünün İkaz akımları, tek kademeli bir akım transformatörüne nazaran daha çok olduğu için, kaskat akım transformatörlerinin duyarlık özellikleri tek üniteden İbaret olanlar kadar iyi olmayacaktır. Fakat bu akım transformatörü için İstenilen duyarlık sınıfını 4 kademeli bir kaskat transformatörle de elde etmek mümkündür. Bu durumda onontaj kolaylıkları ve azalmış olan yalıktan kütlelerini yağda emdirme için elde edilen kolaylık kaskat akım transformatörünü daha cazip bir duruma getirmektedir. Transformatörün iki ayrı ünite olarak imâl edilip, ünitelerin müstakil olarak test edilebilmesi ilâve bir üstünlük olarak görülmektedir. Daha önemlisi üniteleri müstakil olarak nakletmek mümkün olduğu için nakliye zorlukları mni-



ŞEKİL-2 İki kademeli kaskat başlı bir akım transformatörü için bağlantı şeması ve kapasitif devre



SEKİL-3 Kaşe' bağılı akım transformatörleri için teorik ve pratik yotas-vcn hacimleri



SEKİL-4 i t Kademeli trır kaskat bağılı akım transtomatöronun eşdeğer seması

muma indirilmiş olmaktadır, örnek olarak Şekil (2) de görülen üst kısımdaki iki bobin ayrı birinci ve altındaki iki bobinde ikinci ayrı üniteyi teşkil edebilir.

1964 yılında tamamlanıp ömür deneyine (Life test) tabi tutulan 735 KV'luk akım transformatörünün boyu 732 cm. olup 5675 kg. ağırlığındadır. İki ayrı ünite üst üste konup civatalar vasıtası ile sıkıştırılmaktadır, ünitelerin elektrik bağlantısı üst ünitenin alt kısmında mevcut bir kapalı kutu içerisinde yapılmaktadır, ömür deneyi sonunda, darbe dayanım deneyi, devre, açıp kapama ağırlık gerilimi, ve 60 HZ.'lık yüksek gerilimi deneyi hiç bir zorlukla karşılanmadan tekrarlanmıştır. Bu dizaynla yapılacak olan 40 transformatörün imalatına başlanmıştır.

ÇOK YÜKSEK GERİLİM GEREKÇELERİ:

735 KV'luk bir akım transformatörü dizaynında esas olarak alınması gereken noktalar aşağıda belirtilmiştir;

- 1 — Buşingın dış boyutları belirtilen deney gerilimlerinde atlama olmayacak şekilde seçilmelidir.
- 2 — Tatbik edilen toplam gerilim üniteler arasında eşit olarak dağılacak şekilde dizayn edilmelidir. Bu durum, bir kademeden diğer kademeye olan toplam kapasiteler eşit olacak şekilde ünitelerin esas kapasitesini ayarlamakla elde edilebilir.
- 3 — Yalıtkan malzemesinin seçiminde, bu malzemenin kullanma şeklinde ve yağda emdirilirken dielektrik güç-faktörünün düşük olması için gerekli temizlik gösterilmelidir. Ancak bu şekilde termik yıpranma önlenemez.
- 4 — Çalışma gerilimi ve bu gerilimin üst değerlerinde iç korona ihmal edilecek kadar küçük olmalıdır.

DIŞ PORSF-LEN BUŞING BOYUTLARI:

Son yıllarda yüksek gerilim buşingleri hakkında toplanan bilgi standartların vermiş oldu-

ğü yağta açıp kapama aşın gerilim dayanım deney değerleri Tftüşinglerin toyunu tesbit için gerekli kritik faktörü tayin etmekteydi. Geniş bir etüd neticesi ve Interpolasyon hatalarını, karşılamak için yapılan toleranslardan sonra 508 cm boyunda bir buşing bu dizayn için seçilmiştir.

KADEMELİ YALITKAN:

Şekil (2) de sargılar arasındaki gerilim dağılımını kontrol eden kapasitlf devre görülmektedir. Transformatörün fiziki boyutları büyüdükçe kaçak kapasitelerin gerilim dağılımı üzerindeki etkisi artmaktadır. Kaçak kapasitelerin etkisini azaltmak için C_p , C_2 , C_3 ve C_4 sargı kapasitelerini C_{G1} , C_{G2} , C_{G3} ve C_{L1} , C_{L2} Cu kaçak kapasitelerine nazaran daha büyük olacak şekilde dizayn etmek mümkündür. ilâve olarak C_j , C_2 , C_3 ve C_4 sargı kapasitelerini kaçak kapasitelerin etkisini kompanse edecek şekilde ayarlamak mümkündür. Bu noktalara gerekli itina gösterildiği takdirde sargılar arasında eşit bir gerilim dağılımı elde etmek mümkündür.

DÜŞÜK OÜÇ FAKTÖRÜ VE YÜKSEK KORONA BAŞLAMA GERİLİMİ:

Bir yalıtkan maddesindeki kayıplar, Güç faktörü ile doğru orantılı ve tatbik edilen gerilimin karesi ile doğru orantılı olarak artar. Dolayısıyla yüksek gerilim değerlerinde düşük güç-faktörü daha fazla önem kazanır. Korona kayıpları da gerilimle arttığı için çok yüksek gerilim değerlerinde hiç veya çok az korona kaybı olması tercih edilir.

Gerekli İtinayı görmüş, vakum altında kurutulmuş ve vakum abrada emdirilmiş kağıt yu-karda belirtilen mahzurları giderecek en iyi tedbir olduğu için esas yalıtkan maddesi olarak kullanılmıştır.

MEKANİK KISIMLARIN DİZAYNI :

Kısımlara Ayrılma : -

Bu transformatör iki ayrı kısım olarak imâl edilmiştir, her kısmı tamamen ayrı olup kendi yağ doldurma vanası, genişleme boşluğu ve yağ göstergesi mevcuttur. Alt ve üst ünite kolayca kaldırılıp monte edilecek şekilde dizayn edilmiştir.

Merkezi Sıkıştırma :

Akün transformatörünün her ünitesi altı yalıtılmış bara vasıtası ile tesbit edilir. Sıkıştırılan sargılar üzerine gelir porselen buşing sargılar üzerine baskı vazifesi yapar. Tesbit haralarının üst kısımlarına takip yayları yerleştirilmiştir. Porselen ve metal tabakalar arasına gelen yu-

vârlak contalar gerekli şekilde işlenmi? **fatura»** lar üzerine gelir. Sıkıştırma kuvveti anormal çalışma şartlarında dahi yağ kaçırmıyacak şekildedir.

DİELEKTRİK TESTLER :

Numune testlerinde garanti edilmiş deney neticeleri aşağıda verilmiştir.

60 — HZLİK DENEYLER

Müstakil bobinler (Yalnız numune bobinler)

250 KV	30 Saniye
275 KV	30 Saniye
300 KV	5 Dakika
325 KV	1 Dakika
350 KV	Denenen ünlenin dış yüzey atlaması.

Müstakil üniteler (Alt ünite)

480 KV	1 Dakika
528 KV	1 Dakika
585 KV	1 Dakika

Transformatörün bütünü

Kuru deney	960 KV	1 Dakika
Yaş deney	860 KV	1 Dalrika
Yaşta atlama	1040 KV	

DARBE DAYANIM DENEYİ,EP.1

Müstakil üniteler (Alt ünite)

eksi polarite	1130 KV
eksi polarite	1260 KV
artı polarite	1120 KV
artı polarite	1230 KV

Transformatörün bütünü

eksi polarite	2245 KV	5 Darbe
artı polarite	2120 - 2245 KV	5 Darbe
eksi polarite	2550 KV	2 Darbe

Yaşta darbe dayanım Deneyi

190/3700 s

artı polarite	1370 KV	tepe değeri 5 Darbe
eksi polarite	1380 KV	tepe değeri 6 Darb?
eksi polarite	220/2050 s	
	1600 KV	tepe değeri

RADYO GİRİŞİM GERİLİMİ (RİV) DENEY NETİCELERİ - 465 KV'da MÜSADAE EDİLEN MAKSİMUM DEĞER 200 V

Deney Şartları	Tatbik edilen gerilim (Kv)	RİV V
Arka cephe (numunesiz)	400	12
Arka cephe (numunesiz)	500	13-16
Arka cephe artı akım transformatörü	200	1

Arka cephe artı akım • transformatörü	300	2.5
Arka cephe artı akım transformatörü	400	10
Arka cephe artı akım transformatörü	465	12-14

ölçülmüştür. Güç faktörü deneyden önce yüzde 0.65 ve deneyden sonra yüzde 0.546 olarak ölçülmüştür. Deneyden önce ve sonra alınan değerler arasındaki küçük farklar bir yıpranmayı değil deneyde kullanılan bağlantı kablolarının durumlarından dolayı gelen farktır.

GÜÇ FAKTÖRÜ ve KAPASİTANS ÖLÇMELERİ:

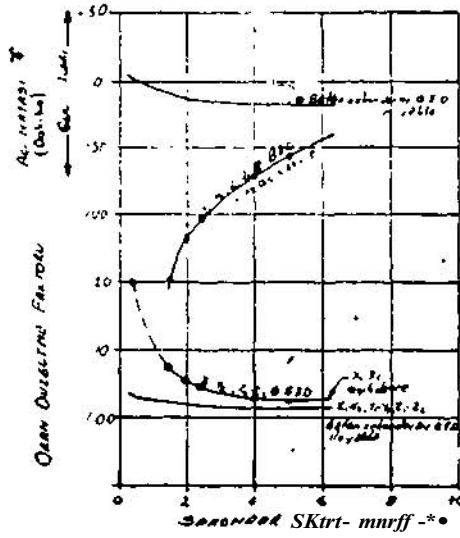
Transformatörün kapasite değeri:

Dielektrik dayanım testinden önce 1968 pikofarad ve deneyden sonra 197 pikofarad olarak

DUYARLIK VE AÇIK DEVRE DENEYİ:

Deneyler aşağıda belirtilen şartlarda yapılmıştır.

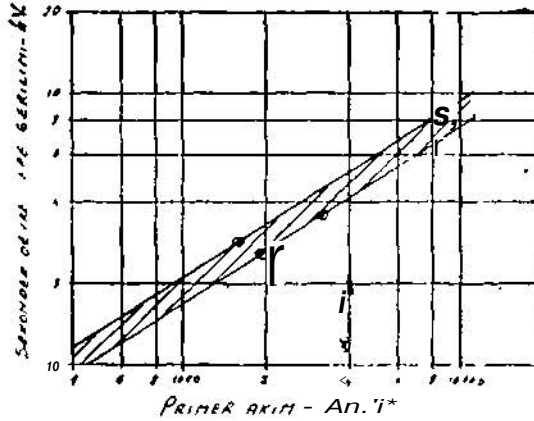
1 — Normal çalışma akımlarında ve bütün sekonder devreler B.8.0 yükü ile yüklenmiş olarak (Şekil 5)



ŞEKİL-5 735 W, 2000-S/S/5 Amp'lık kaskat akım transformatörü normal M» jçık devre acı,oran nataları

ACIK DEVRE GERİLİMİ

(Sekondtr devrtilrm yatnı bınısı açık)



ŞEKİL-6 4 Kademeli 735 kV luk, 2000-5/5/5 ampe-rlik kaskat baqlı akım transformatörjnunı sekonder uçlarının birisi açikken beStendiği zaman sekondær qerilrm değerler.

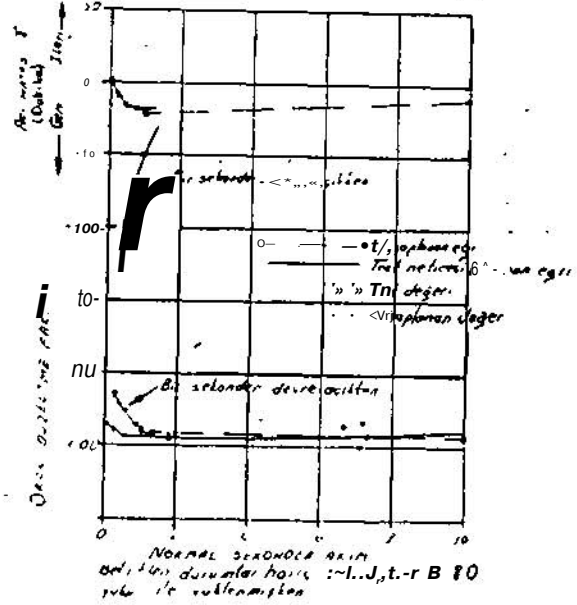
- 2 — Normal akımlarda ve sekonder devrelerin
 - İkisi B.8.0 yükü ile yüklenmiş, olup üçüncü sekonder açık devre durumunda. (Şekil 5).
- 3 — Prlmer akım 3190 ampere kadar yükseltip sekonder açık devre gviliminü alınması (Şekil 6).
- 4 — 15000 ampere kadar ağır akım değerleri için hesaplanan ve deney neticesinde elde edilen aç-ve-oran hatalar...(Şekil 7) deki eğrilerde gösterilmiştir.

NETİCE:

Bn deneylerden elde edilen neticeler aşağıda sunulmuştur:

- 1 — Kaskat bağlantı Şekil, 735 KV luk akım transformatörleri için kullanışlı bir çözümdür.
- 2 — Röle devrelerim besleyen akım transformatörleri için sekonder devrelerin biriş-nin açık kalması rölenin normal çalışması için gerekli hassasiyeti bozmaz. Bir sekonder devrenin açık kalma durumunun sebep olduğu kötü tesiri ağır akımlarda iyice azalır.
- 3 — Transformatörlerin kısımlara ayrılıp müs takil olarak imâl edilebilmesi bu transformatörlerin test ve nakliye işlemini kolaylaştırır.

- 4 — Yağda emdirilmiş kâğıt kullanıldığı takdirde düşük güç faktörü ve İhmal edilebilecek seviyede az dahili koronaya haiz bir transformatör yapmak mümkündür.



SEKİL-7 7J5 KVluk 2000-5/S/5 jmerplik kjskat batılı akım trinslormjiorunun jşir/ akım kjrikt ter istik len.

Süper

Fb.: Paçallmanı C. 69 • ÜakUdar T«I.: 300806
Mağaza: Renk Ticaret
Kemeraltı C. 21 • KaraköyT«I.: 499898

Alçak Gerilim 600 kVA ya kadar her cins transformatör - 4000 ampere kadar hava veya yağ soğutmalı rödesbHer • Tablo tipi voltmetre ve ampermetreler • Alçak gerilim tip akım transformatörleri • Sürgülü direnç ve Yol verme dirençleri - Her cins Galvanoplastı, Akü şarj. ve manyetik cihazlar için r«dresBrler - Otomatik gerilim stabllizatbrleri 500. 1000. 1500 ve 2000 VA takatinde -



Amerikan ölçü Aletleri
Elacríc Co. USA



Müller & Welgert
NOrnbgg
İlçü Aİttleil Fabrikaları



Walter Brandt GmbH
Silinyum y* silikon Fabrikaları

Chauvin-Arnoux
Fransız Ölçü Alatttrı

TÜRKİYE MÜMESSİLİĞİ