

## TBTAK MARMARA ARAŞTIRMA ENSTİTOSÜ'NDE KDTV KAMERASI GELİŞTİRİLDİ

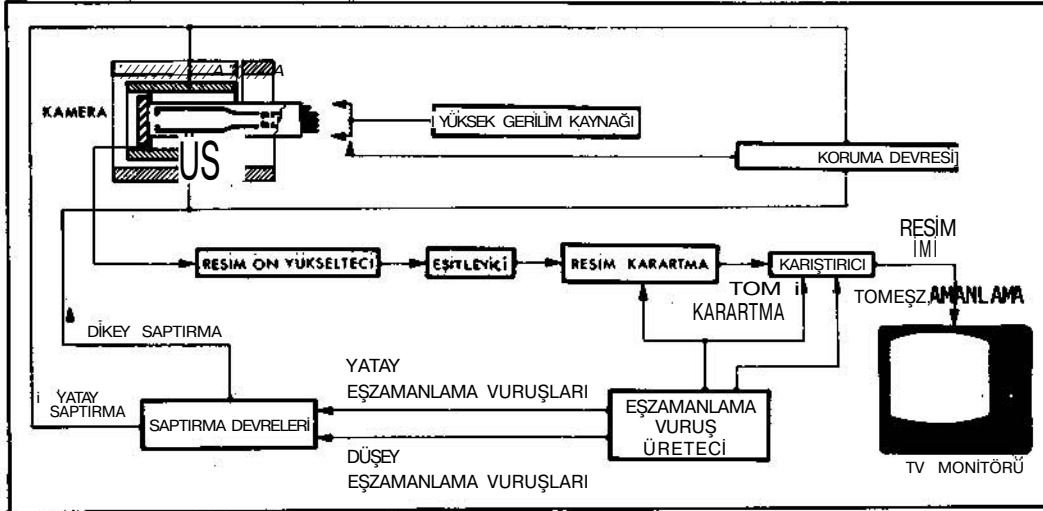
MAE Elektronik Araştırma Ünitesi'nde İki-Birimli bir KDTV (Kapalı Devre Televizyon) kamerası geliştirilmiştir (Şekil 1). Kamera tüpünün ve saptırma bobinlerinin bulunduğu kamera kutusunda resim imleri (işaretleri) önyükseltici ve eşitleyici (egalizör) devreleri ile resim karartma, eş-

zaman lama (senkronizasyon) ve karartılmış resim işaretlerini birleştiren karıştırıcı (mixer) devreleri vardır. Ayrıca ızgara elektrotları gerilimlerini ayarlayan değişken dirençler de bu kutuya monte edilmişlerdir. Denetim biriminde ise Kristal Denetimli Eşzaman vuruş üreticisi, saptırma devreleri ve güç kaynakları devreleri bulunmaktadır. Burada türetilen işaretler ve DA gerilimler, çok iletkenli bir kablo yardımı ile kamera kutusuna iletilirler. Resim önyükseltici MOS-FET tipi bir tek tranzistor ve bir yayıcı-izleyici (emitter follover) dan oluşan Foto-iletken hedefin elektriksel eşdeğer devresi Şekil 2' de görüldüğü gibi, yaklaşık sonsuz büyüklükte saf bir direnç ( $R_t$ ) ve tüpün ızgara elektrotlarına olan kaçak sığacı ( $C_p$ ) ve bir akım kaynağından oluşur. Ancak, bu foto iletken hedefi kutupla-

mak için verilen DA gerilimi  $K_i$  yük direnci üzerinden geçer. Dolayısıyla R-y etkin kaynak empedansının omik kısmını oluşturur.  $R^*$  yük direncinin değeri önyükselticinin giriş direncini belirlediği gibi,  $R_i C_p$  köşe frekansı da hedefte türetilen  $E_t$  resim işareti geriliminin azalmaya başladığı 3 db noktasından önceki frekans bölgesinde  $E_t = R^* I_p$  olduğu için resim işaretinin genliğini de kontrol eder.

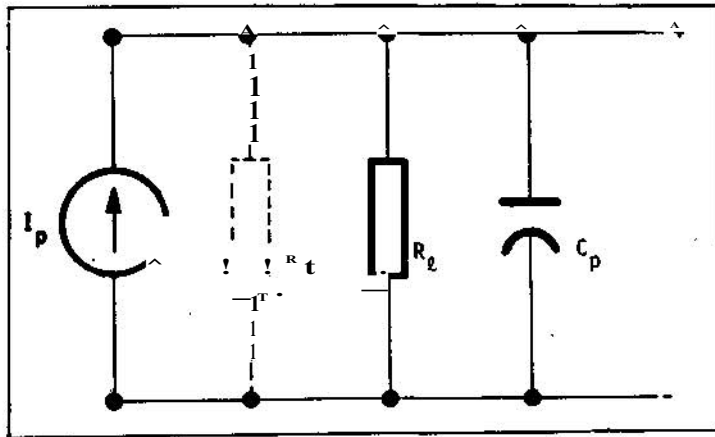
Eşzamanlama vuruş üretici kristal denetimli olup, 7400 serisinden standart tümleşik devrelerden oluşur.

Saptırma devrelerinde ya da eşzaman vuruş üreticinde meydana gelebilecek herhangi bir arızadan dolayı kamera tüpünün foto-iletken hedefinde oluşacak bir yanığın önüne geçmek için bir koruma devresi de sistemde kullanılmıştır. Herhangi bir arıza halinde



Şekil 1. Geliştirilen KDTV kamerası

Şekil 2. Kamera foto iletken hedefinin eşdeğer devresi



tüpün katoduna giden karartma vuruşlarını kesip buraya -100 V'luk bir DA gerilim uygulanarak elektronların hedefe gitmesine mani olunur. Enstitüde geliştirilen KDIV sisteminde kullanılan monitör, piyasadan sağlanarak üzerinde gerekli değişiklikler yapılmış olan yarı mamul bir TV alıcısıdır.

\*TBTAK Marmara. Araştırma Enstitüsü Elektronik Araştırma ünitesi Bülteninden (Nisan 1975) alınmıştır.

fiyatı artı nakliyat ve kurma (montaj) maliyeti ile belirlenmez. Çünkü bir kez işletmeye girdikten sonra kayıplar (demir ve bakır kayıpları) transformatör için devamlı bir yük oluşturacaklardır. Bu yüzden, kayıpların parasal değerlendirilmesi ve çıkan değerlerin satmalına fiyatına ek lenerek transformatörlerin alıcısı (müşteri) tarafından ucuzluk sırasına dizilmesi yaygın bir uygulama biçimidir.

Trafo kayıplarının parasal değerlendirilmesi, imalatçı tarafından bildirilen kayıp değerlerine ek olarak alıcısı (müşteri) tarafından temin edilmesi gereken aşağıdaki bilgilerden faydalanılarak yapılır.

- Enerji fiyatı
- Yıllık çalışma saatleri,
- Ortalama güç aktarımı (average transformed power),
- İşletme zamanı (yıl olarak (no of years service),
- Faiz oranı.

Günümüzdeki elektrik üretim ve dağıtımındaki hızlı büyüme göz önüne alınırsa bu değerlerin isabetli bir şekilde saptanıp doğru bir kayıp değerlendirmesi yapılmasının güçlüğü ortaya çıkar.

Demir kayıplarının anamal (kapital) değerinin hesaplanması bu kayıpların, transformatörün işletmede bulunduğu sürece sabit kalması nedeniyle kolaydır.

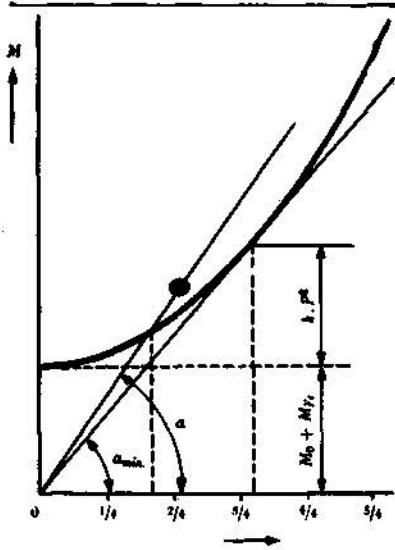
Örneğin bir transformatör 25 yıllık bir dönemde ortalama 8000 saat işletmede çalışmışsa ve faiz oranı  $X$  3,5 ve bir kilovatsaat için fiyat 0,03 frank ise, bu durumda bir kilovatlık demir kaybının anamal değeri ( $m_{Fe}$ )

$$m_{Fe} = 8000 \times 0,03 \times 16,5 = 3960 \text{ frank olarak hesaplanır.}$$

Bakır kayıplarının anamal değerlendirilmesinde ise önce yıllık yük eğrisi çizilir, sonra bu eğriden yükün efektif (r.m.s) değeri hesaplanır. Eğer ortalama yükün  $Z$  58 olduğunu düşünürsek, bakır kayıplarının yükün karesiyle değişmesi nedeniyle 1 kilovatt bakır kaybının anamal değeri 1 kilovatt demir kaybı anamal değerinin  $0,58^2 = 0,3$  ü kadar olduğu görülür.

Eğer bir trafo cebri soğutmalı ise, soğutma pompa ve vantilatör motorlarının gücünün maliyeti de aynı metotla değerlendirilir.

Bütün kayıpların toplam anamal değerinin transformatörün çıplak alış fiyatından yüksek olduğu görülür. Firmalarca tekliş edilen transformatörlerin alıcısı tarafından fiyat karşılaştırması yapılırken hesapla-



Şekil 1. Transformatör yüküne göre yıllık maliyet eğrileri

M: Yıllık maliyetler  
 H<sub>0</sub> - Yatırım ve bakım yıllık harcamaları  
 H<sub>Fe</sub>: Demir kayıplarına ilişkin yıllık maliyetler  
 kp<sub>2</sub> = M<sub>cu</sub> Bakır kayıplarına ilişkin yıllık maliyetler  
 p: Yük

## KAYIP DEĞERLENDİRMESİNİN TRANSFORMATÖRLERİN TASARIMINDAKİ ETKİSİ

### KAYIP DEĞERLENDİRMESİ

Bir transformatörün boyutları çeşitli etkenlere göre tasarılır. Bunlardan birisi de özel bir önem taşıyan ekonomik etkidir. Transformatörün maliyeti yalnızca satın alma

Yıl sayısı	Faiz oranı		Z		
	3	31	4	41	5
10	8,5	8,3	8,1	7,9	7,7
15	11,9	11,5	11,1	10,7	10,4
20	14,9	14,2	13,6	13,0	12,5
25	17,4	16,5	15,6	14,8	14,1
30	19,6	18,4	17,3	16,3	15,4

Tablo 1.

nan, çıplak satınalma fiyatı artı kayıpların parasal değerlendirilmesi genellikle büyük rakamlar olarak ortaya çıkar. Bu yüzden son zamanlardaki uygulamalarda fiyat karşılaştırmaları, kayıpların anamal değerleri arasındaki farkların çıplak satınalma fiyatına eklenmesi veya çıkarılması şeklinde yapılmakta ve böylece elde edilen değerler satınalma fiyatının kendisiyle aşağı yukarı aynı oranda olmaktadır.

#### YILLIK MALİYETLER

Çoğu alıcılar.-özellikle İngilizce konuşan ülkelerdeki alıcılar, toplam maliyetler yerine yıllık maliyetler üzerinden giderek fiyat karşılaştırması yaparlar. Yıllık maliyet hesaplanmasında kullanılan yöntem toplam maliyet için kullanılanlara benzemekle beraber burada çeşitli kayıpların anamal değerleri yerine yıllık enerji maliyeti ve çıplak satınalma fiyatı yerine de faiz oranı, bakım ve amortisman gibi faktörler önem kazanır.

Yıllık maliyetler ve onların transformatör yüküne olan bağımlılığını yakından inceleyelim.

Şekil 1'de yüke (p) karşı yıllık maliyetlerin (M) değişimi görülmektedir. Yatırım ve bakım maliyetleri (M<sub>0</sub>) ve demir kayıpları maliyeti (M<sub>Fe</sub>) yüklerle değişmediği için şekilde yatay bir doğru çizgi olarak gösterilmiştir. Diğer taraftan bakır kayıpları yükün karesi ile orantılı olarak büyüdüğünden şekilde parabol (kp<sup>2</sup>) olarak gösterilmiştir. Burada k sabit bir değerdir. Herhangi bir çalışma noktasında yıllık maliyetler M=M<sub>0</sub>+M<sub>Fe</sub>+kp<sup>2</sup> olarak hesaplanabilir.

bilir. Eğer orijinden, seçilen çalışma noktasına birleştirilen bir doğru çizgi çizilirse, bu doğrunun eğimi

$$\tan \alpha = \frac{M_0 + M_{Fe} + kp^2}{p} \quad (1)$$

dir.

Görüldüğü gibi tan a yıllık maliyetlerin birim güç için bir ölçüsüdür, tan a küçüldükçe maliyetler de azalacaktır, demek ki doğrunun parabole teğet olduğu an maliyetler en düşük düzeyde olacaktır. Bu noktadaki M'nin p'ye göre türevi

$$\frac{dM}{dp} = 2kp$$

$$\tan \alpha = 2kp = \frac{M_0 + M_{Fe} + kp^2}{p}$$

dir. Buradan,

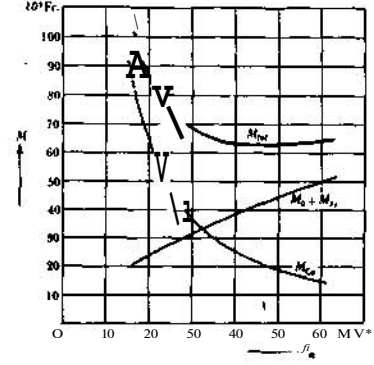
$$kp^2 = M_{Cu} = M_0 + M_{Fe}$$

olur.

Bu eşitlik bakır kayıplarının yıllık maliyetinin; faiz oranı, amortisman ve bakım maliyetleri artı demir kayıpları maliyetine eşit olması gerektiğini göstermektedir. Ayrıca Şekil 1 başka çalışma noktalarındaki yıllık maliyetlerin hesaplanması için kullanılabilir.

Tablo 2'de 16 MVA'dan 60 MVA'ya kadar güçteki trafoların maliyetleri gösterilmektedir. Bu tablodaki maliyetler önce trafoların tüm yıl boyunca tam yükte çalıştığı sonra da ortalama 25 MVA'lık yıllık yük altında çalıştığı varsayılarak hesaplanmıştır.

Tablo 2'de 9. sütünde yer alan 25 MVA'lık yıllık ortalama yük değerine göre hesaplanan maliyet değerlerinin çeşitli trafoların anma (nomi-



Şekil 2. Pn nominal gücüne göre 25 MVA'lık ortalama yük için maliyetler

M: Yıllık maliyetler  
<sup>tot</sup>M: Toplam maliyet  
M<sub>0</sub> + M<sub>p</sub>: Sabit yıllık maliyetler  
M<sub>Cu</sub>: Bakır kayıplarına ilişkin yıllık maliyetler

nal) yüklerine göre değişimini gösteren eğriler daha açık bir fikir vermek üzere Şekil 2'de gösterilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi satınalma fiyatı, bakım ve demir kaybı maliyetlerine bağlı olarak çıkarılan yıllık maliyetler trafonun MVA'sının büyümesi ile artar, buna karşın bakır kaybı maliyetleri ise düşer. Yine Şekil 2'de görüldüğü gibi küçük trafolar için özellikle aşırı yükte toplam yıllık maliyetler oldukça büyük rakamlara ulaşır. Trafonun birim nominal gücü arttıkça toplam maliyetler önce azalarak en küçük (minimum) değere erişir sonra yeniden yavaş bir oranda artar. Ancak yine Şekil 2'den izleneceği gibi buradaki ilgi çekici nokta toplam maliyetlerin, 1:1,7 lik bir orana karşılık olan 25 ve 60 MVA arasındaki maliyet eğrisinin ancak 3'lük bir Sapa-maya uğradığı bölgede hemen

1 MVA	2 Kayıplar kV <sup>2</sup>		4 Yatırım ve bakım masrafları	5 PFe	6 Yıllık maliyetler (Frank)			
	Fe	PCu			tam yük	25 MVA	tam yük	25 MVA
16	16,8	100	14 700	5 840	35 000	85 000	55 000	105 840
25	22,6	135	19 800	7 880	47 200	47 200	74 880	74 880
40	31,0	185	27 200	10 800	64 700	25 200	102 700	63 200
50	36,0	215	31500	12 500	75 000	18 800	119 000	62 800
60	40,5	243	35 400	14 100	84 500	14 700	134 000	64 200

Tablo 2

hemen hiç değişmemesidir. Buradan özellikle dağıtım trafolarının mümkün olduğu kadar yüksek güçlerde tasarlanmaması sonucu çıkar.

Ortalama 25 MVA'lık yıllık yük için 35 ve 60 MVA'lık trafoların maliyetinin aynı olacağı düşünülürse 60 MVA'lık bir trafoyu seçmenin en doğru olacağı ortaya çıkar.

#### TASARIM

Transformatör tasarımcısı (designer) Şekil 2'den şu sonucu çıkarır:

Eğer kayıpların uygun bir parasal değerlendirilmesi yapılmışsa bakırı aşırı yüklemek geçerli değildir. Bakır kayıplarının fazla önemi olmadığı ander durumlarda transformatör akım yoğunluğunun artırılması ile ucuza maledilebilir.

Transformatör tasarımında şu güne kadar geçerli olan kural demir çekirdeğin (iron core) yapım maliyetinin sargının kine eşit kılınmasıdır. Ancak son yıllarda transformatör yapıları (laminations) teknolojisinde kaydedilen aşamalar bu kuralın geçerliliğini azaltmaktadır. Çünkü bir yandan fiyatlar gereğinden fazla artmazken, yaprağın (sheet) kayıp faktörü devamlı bir şekilde düşmüş, diğer yanda ise fiyatı son yıllarda önemli ölçüde arttığı halde sargı bakırının elektriksel nitelikleri hemen hemen değişme göstermemiştir. Yukarıdaki kurala göre tasarımılanan bir transformatörde bakır kayıplarının aşağı yukarı demir kayıplarının 5 katı olması gerekmektedir. Ancak bu oranı tutturmak da önemli ölçüde bir harcamayı gerektirecektir. Çünkü böyle bir durumda büyük bir demir gövde (iron frame) transformatörün ağırlığının artmasına neden olacaktır. Bu güçlüğü yenmek için demirin akı yoğunluğunu (flux density) artırmak gerekir. Ancak böyle bir uygulamada yalnız kayıplar açısından değil ayrıca boşta yük akımı ve gürültü (noise) gibi etmenler nedeniyle de sınırlanmaktadır. Bir transformatör akım yoğunluğu mümkün olduğu kadar yüksek tutulacak şekilde tasarlanır ve

akım yoğunluğu sabit bir değerde tutulur. Soğutma kanalları cebri soğutma amacı ile küçültülebildiği halde, izolasyon ve soğutma aralıkları (clearances) da en küçük sabit bir değere ayarlanır. Transformatör gövdesinin diğer bütün ölçüleri, örneğin, kolonların çapları, uzunlukları ve merkezden uzaklıkları, ayrıca sargı tipi-tek veya çoklu-sargı dizisi (sequence) ve bir

ölçüye kadar da akım yoğunluğu serbestçe değiştirilebilir.

Bu yüzden ana amaç çeşitli değişkenleri, elektriksel ısı ve mekanik özellikleri sağlayarak ucuz bir transformatör imal etmek üzere seçmektir.

(Vl. Heiniger, Brom Boveri Review, 1965, Cilt 52, Sayı 11/12 den kısaltılarak alınmıştır)

### KATI DURUMLU SICAKLIK DUYARGACI

Ucuz silisyum değiştirgeç (transducer) endüstride yeni yeni yaygın olarak kullanılmaya başlanmışsa da, yaklaşık on yıldan beri etken yanardağların buhar sıcaklıklarının ölçülmesi gibi özel uygulamalarda kullanılmaktadır.

Silisyum değiştirgeç yapımında kullanılan yüksek nitelikli devre elemanlarının çok pahalı olmaları nedeniyle, son birkaç yıla kadar, bu aygıt endüstride yaygın olarak kullanılmıyordu. Yakın zamanda geliştirilen yeni bir silisyum değiştirgeç ise ucuz olmasının yanısıra sayısal sıcaklıkölçer (digital thermometer) gibi aygıtlara eklenebilmesi nedeniyle geniş bir uygulama alanı bulabilecektir.

Bu değiştirgeç alışlagelmiş sıcaklık ölçen aygıtlardan üstün olmakla birlikte, sıcaklık ölçme bölgesi -100°C ile +150°C arasına sınırlanmıştır. En önemli özelliği, çıkış geriliminin °C başına 10 mV tan 360 mV a kadar ayarlanabilmesi ve doğrusal olmasıdır. Bu aygıtla yapılan ölçmelerin doğ-

ruluğu (accuracy) ve uzun zaman sürelerinde kararlılığı aygıtın bir başka önemli özelliğidir. Sıcaklık ölçen öteki aygıtlardan termistorların doğrusal olmayışı, ısılıçiftlerin (thermocouple) soğuk-eklem sıcaklığına bağlı gerilim farkının giderilmesi zorunluğu, direnç-sıcaklık aygıtlarının pahalı oluşu yanında bu aygıtın üstünlükleri göze çarpmaktadır.

#### Kuramsal Bilgiler

Silisyum sıcaklık değiştirgeci bir tranzistorda taban-yayıcı (base-emitter) geriliminin sıcaklıkla değişmesi özelliğinden yararlanarak geliştirilmiştir. Bir tranzistorda  $I_c$  toplayıcı (collector) akımı

$$-I_c = \gamma I_e - I_{co} \quad (D)$$

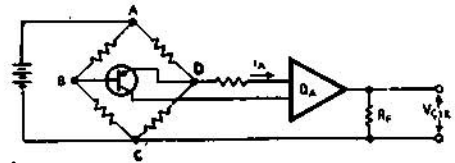
ile verilir. Burada kısa devre ileriye geçiş oranı (forward transfer ratio),  $I_{co}$  ters toplayıcı akımı (collector reverse current) ve  $I_e$  yayıcı akımıdır. Yayıcı akımı da

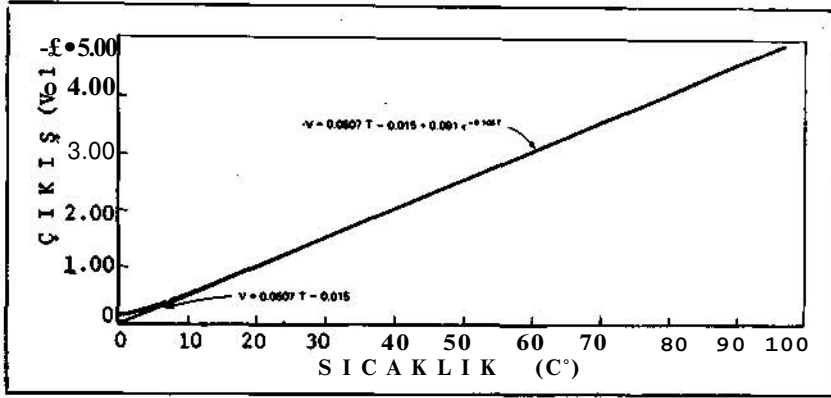
$$I_e = I_0 e^{(qV_{eb}/nKT)} - 1 \quad (2)$$

eşitliğiyle ters yayıcı akımı  $I_{co}$ , sıcaklık  $T$  ve yayıcı-taban gerilimi  $V_{t}$  ye bağlıdır. Bu eşitlikte  $q$  yük ;  $n, 1$  ile 2 arasında bir sayı ve  $K$  Boltzman değişmezidir.

Şekil 1.

Kati durumlu değiştirgeç: Kendi kendine ayarlanan köprü devresi taban akımını değişmez tutmakta, böylece yayıcı-taban gerilimi sıcaklığın doğrusal bir işlevi olmaktadır.





Şekil 2. Sıcaklık-çıkış eğrisi: Çıkış yüksek sıcaklıklarda doğrusal olup, düşük sıcaklıklarda doğrudan  $\pm\% 0,1$  oranında saptamaktadır.

(2) eşitliğinin her iki yanının logaritmalarını alıp terimleri düzenleyerek

$$V_{eb} = \frac{nK}{q} \ln \left[ \frac{r_{je} + I_{eo}}{I_{eo}} \right] \quad (3)$$

eşitliği elde edilir. Yayıcı akımı değişmez tutulursa (3) denkleminde köşeli ayraç içindeki terim de bir değişmez olacaktır, yayıcı-taban geriliminin sıcaklığın doğrusal bir işlevi olduğu görülmektedir. Böylece, kuramsal olarak, bir tranzistorun sıcaklık duyarlılığı (sensor) olarak kullanılabilirliği gösterilmiş olmaktadır.

(3) bağıntısı uzun bir süreden beri bilinmekle birlikte, bir tranzistor türünde  $V_{eb}$ ,  $\pm 100$  mV gibi büyük farklar gösterebildiğinden, pratiğe uygulanamıyordu. Bu değişiklikleri etkisiz bırakmak için Şekil 1'de görülen kendi kendine ayarlanan köprü devresi tasarlanmıştır.

Bu devrede, tranzistorun yayıcı ve taban uçları arasındaki gerilim

$$V_{DB} = V_{eb} + i_e r_e + i_b r_b \quad (4)$$

ile verilir. Bu eşitlikte  $i_e, i_b$ , yayıcı ve taban akımları;  $r_e, r_b$  yayıcı ve taban dirençleridir. (4) denklemi

$$i_e = (\beta + 1) i_b$$

ve

$$r_{eb} = r_b + (\beta + 1) r_e$$

bağıntıları kullanılarak

$$V_{DB} = V_{eb} + i_b r_{eb} \quad (5)$$

biçiminde yazılabilir.

Devre başlangıçta belirli bir çalışma noktasındadır ve taban akımı  $i_b$  çalışma noktasındaki değerinde değişmez tutulur. Böylece, (5) denkleminde

$$AV_{DB} = AV_{eb} \quad (6)$$

bulunur. Burada A değişkenlerdeki değişmeyi göstermektedir. (6) denklemi kullanılarak, yalın matematiksel işlemlerle,  $i_b$  akımındaki değişimin  $AV_{eb}$  ile orantılı olduğu gösterilebilir.

QA yükseltici, çıkış gerilimi  $i_b$  akımındaki değişimle orantılı olacak şekilde tasarlanırsa, yükselteç çıkışı

$$V_{ÇIK} = MGT \quad (7)$$

ile verilir. Burada M (3) eşitliğindeki köşeli ayraç içindeki terim ve G devrenin kapalı-döngü kazancına (closed-loop gain) bağlı bir değişmezdir. Bu eşitlik, değişmez akım koşullarında çalışan bir tranzistor kullanarak, sıcaklıkla orantılı bir gerilim elde edilebileceğini göstermektedir.

Deneysel Sonuçlar

Değişik biçimlerde imal edilen birkaç yüz sıcaklık değiştirgeci ile yapılan deneylerde geçiş işlevinin

$$V_{ÇIK} = AT + B + Ce^{n(T - T_0)}$$

ile verildiği gözlenmiştir. Burada A, B, C, a değişmezler ve  $T > T_0$  dir. Şekil 2'de tipik bir değiştirgecin sıcaklık-çıkış eğrisi gösterilmiştir. Matematiksel çözümlemede kapalı-döngü kazancı 1 den çok büyük varsayıldığı halde, düşük gerilimlerde durum böyle olmadığından hafif bir eğrimsellik görülmektedir.

Değiştirgeç devresi Şekil 3'te gösterilmiştir. Burada sıcaklık duyarlılığı olarak devreden uzakta bulunan bir 2N2484 transistörü kullanılmıştır.

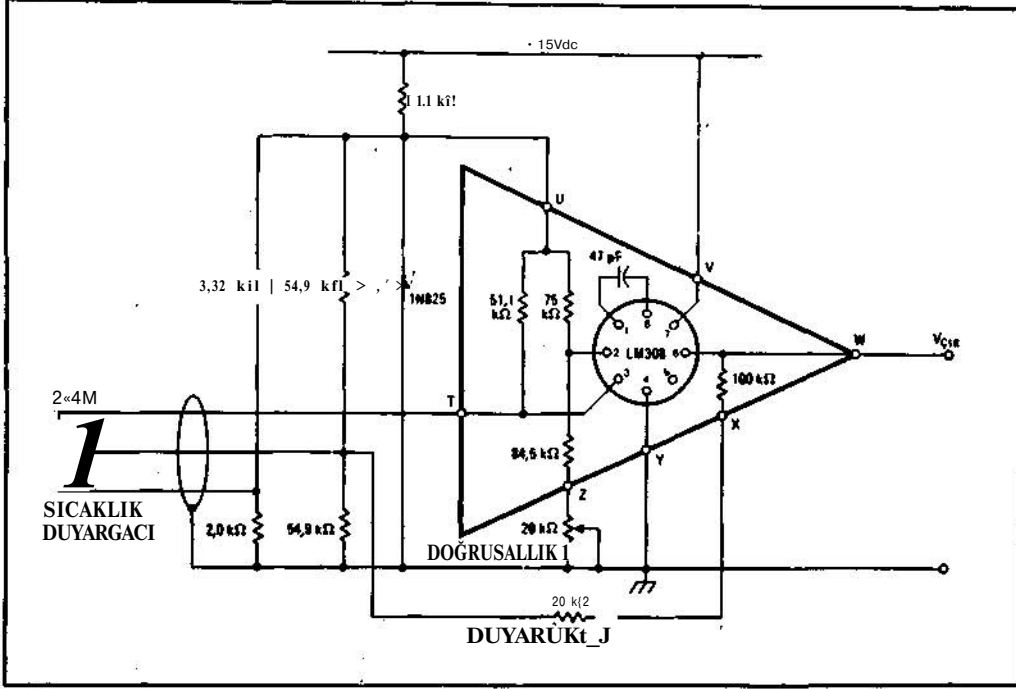
Türü	ölçme Bölgesi (°C)	Doğrusallık ( $\pm 2$ )	Duyarlık	30 günlük doğruluk (°C)
Tranzistorlu değiştirgeç (Şekil 3)	-100-+150	0,05	10 mV/°C-360 mV/°C ayarlanabilir	$\pm 0,1$
Çifteş(dual) termistor	- 55- +85	0,8	20 mV/°C a kadar ayarlanabilir	$\pm 0,15$
Silisyum Doğrultucu	-100-+150	1,0	2,5 mV/°C	$\pm 0,5$
Demir-konstantan ısılıçift	-200-+750	2,0	0,05 mV/°C	$\pm 1,2$
Platin direnç-sıcaklık aygıtı	-200-+600	0,5	0,4 mV/°C	$\pm 0,1$

çizelge: Değişik türde değiştirgeçlerin karşılaştırması

Devrede, sıcaklıkla orantılı çıkış gerilimi alabilmek için tranzistor taban akımı değişmez tutulmaktadır. Bunun için toplayıcı-taban gerilimi bir değişken direnç yardımıyla sıfırlanarak, toplayıcı-taban

sızıdırım akımı (leakage current) yok edilmiştir. İkinci bir değişken dirençle de devrenin duyarlılığı ayarlanmaktadır. Devrenin doğrusallığı  $\pm\% 0,05$  dir. Daha iyi doğrusallık istenirse, kazancı da-

ha yüksek bir yükselteç kullanılarak açık-çevre (open-loop) kazancı artırılmalıdır. Bu değiştirgecin özellikleri ve öteki sıcaklık değiştirgeçleri ile karşılaştırması çizelgede gösterilmiştir.



Şekil 3.  
Değiştirgeç devresi :  
2N2484  
tranzistoru sıcaklık duyargacı olarak çalışmaktadır. Devrenin doğrusallığı  $\pm\% 0,05$  dir.

## BASKI DEVRE İLE GERÇEKLEŞTİRİLEN DEĞİŞKEN SİĞAÇ

özel biçimli bir sığaç (kondansatör) kullanarak doğrusal mekanik ayarlama (tuning) özelliği olan bir devre yapılabilir. Böyle bir sığaç rf verici ve alıcılarında, bir fre-

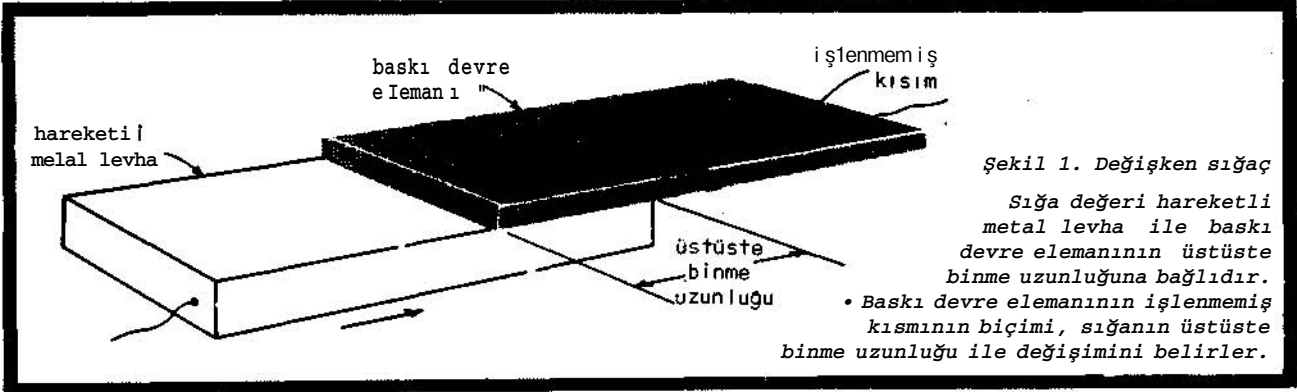
kans sayıcısına bağlı konum değiştirgeçlerinde (position transducer) ve birçok başka uygulamalarda kullanılabilir.

Yalın bir sığaç şekil I'de görüldüğü gibi hareketli bir metal levha ve asitle işlenmiş bir baskı devre elemanından oluşur. Üstüste binme uzunluğunun değiştirilmesiyle istenen sığa değeri elde edilebilir. Sığa, yalıtım değis-

mezine (dielectric constant), baskı devrenin kalınlığına ve baskı devresinin hareketli metal levha ile üstüste gelen işlenmemiş kısmının alanına bağlıdır ve

$$C = k_e A / d$$

ile verilir. Burada k Yalıtım değismez,  $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12}$ , A hareketli levha ile üstüste gelen işlenmemiş kısmın alanı

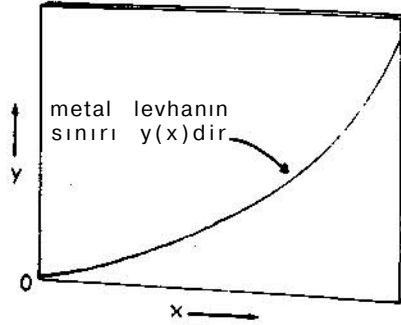


Şekil 1. Değişken sığaç

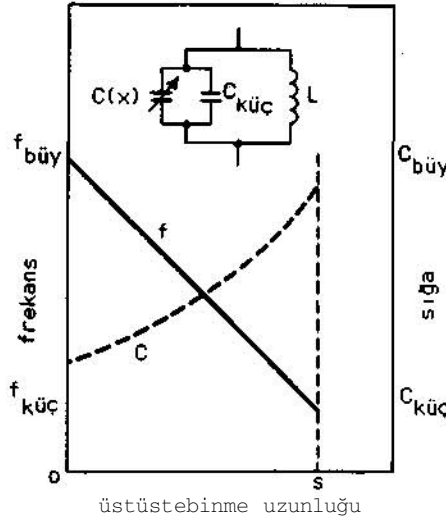
Sığa değeri hareketli metal levha ile baskı devre elemanının üstüste binme uzunluğuna bağlıdır.

• Baskı devre elemanının işlenmemiş kısmının biçimi, sığanın üstüste binme uzunluğu ile değişimini belirler.

**Şekil 2. İşlenmiş baskı devre elemanı**  
Metal levha, sığa üstüste binme uzunluğunun artan bir işlevi olacak şekilde, istenilen biçimde olabilir. Üstüste binme alanı  $y(x)$ 'in tümlevidir.



**Şekil 3. Doğrusal ayarlama**  
LC devresinin rezonans frekansının bindirme aralığı ile doğrusal değişmesini sağlamak için kaplamanın şekli yazıda belirtildiği gibi olmalıdır.



ve d basıncı devrenin kalınlığıdır (Bütün değerler MKS birimleriyle verilmişlerdir).

Örneğin, 1/16 inç (1,6 mm) kalınlığında bir kağıt kaplı fenolik devrede sığa inçkare başına 20 (cm<sup>2</sup> başına 3,1) pF dir.

Ostüste gelme alanı (A) işlenmemiş kısmın biçimine bağlıdır ve  $y(x)$  bu kısmın sınırını belirleyen işlev (fonksiyon) ise (Şekil 2)

$$A = \int_0^x y(\xi) d\xi$$

ile verilir. Dolayısıyla, sığa

$$C(x) = (ke_0/d) \int_0^x y(\xi) d\xi$$

ile verilir.

örnek olarak, bu sığaın, rezonans frekansının üstüste gelme uzunluğuyla doğrusal olarak değişmesi istenen bir LC devresi tasarımında kullanılışını inceleyelim. LC devresinin rezonans frekansı Şekil 3'de görüldüğü gibi  $f_{büy}$  ile  $f_{küç}$  arasında doğrusal olarak değişecekse

$$f = \frac{1}{\sqrt{LC}} = -\frac{(f_{büy} - f_{küç})x}{s} + f_{büy}$$

ya da

$$C = M/(H-x/s)^2$$

olmalıdır. Burada

$M = \frac{1}{4\pi^2 L(f_{büy} - f_{küç})^2}$  küç frekansına karşı gelen en büyük üstüste binme uzunluğu,

$L =$  LC devresindeki bobinin değeri,

$$H = \frac{1}{\sqrt{LC}} \left[ \frac{1}{f_{küç}} - \frac{1}{f_{büy}} \right]$$

$$M = \frac{1}{4\pi^2 L} \left[ \frac{1}{f_{büy}^2} - \frac{1}{f_{küç}^2} \right]$$

Üstüste binme uzunluğu sıfırken  $f_{büy}$  salınım frekansı elde etmek için değişken sığa paralel bir  $C_{küç}$  sığacı bağlanmalıdır. Bu sığanın değeri  $C_{küç} = M/H^2$  verildiğinden, değişken sığa

$C(x) = M/(H-x/s)^2 - M/H^2$  olmalıdır. Bu sığa değerini veren  $y(x)$  işlevi

$$C(x) = (ke_0/d) \int_0^x y(\xi) d\xi$$

ya da

$$y(x) = (d/ke_0) C'(x)$$

ile verilir. Burada  $C'(x)$ ,  $C$  nin  $x$  e göre türevini göstermektedir. Böylece, işlenmemiş kısmın sınırını belirleyen işlev

$$y(x) = 2Md/ke_0 d(H-x/s)^3$$

olarak bulunur.

Örneğin, 1 yH'lik bir LC devresinde rezonans frekansının, üstüste gelme uzunluğu 0 ile 5 inç (0 ile 12,7 cm) arasında değişirken, 40 ile 20 MHz arasında doğrusal olarak değişmesi isteniyorsa

$$f_{büy} = 40 \text{ MHz}$$

$$f_{küç} = 20 \text{ MHz}$$

$$L = 10^{-6} \text{ H}$$

$$S = 5 \text{ inç} (= 12,7 \text{ cm})$$

Bu değerlerden

$$M = 63 \text{ pF}$$

$$H = 2$$

$$C(x) = 63/(2-x/5)^2 - 15,8 \text{ pF}$$

bulunur. 1/16 inçlik (1,6 mm) kağıt kaplı fenolik basıncı devre kullanılacaksa, işlenmemiş kısmın sınırı

$$y(x) = 1,3 / (2-x/5)^3$$

ile belirlenir.

Başka sığa değişimleri elde etmek için kaplama şekli uygun biçimde düzenlenebilir. Bu sığaçlarda mekanik kararlılık çok iyi, sıcaklığa karşı kararlılık da oldukça iyidir.

**YERLEŞME BÖLGELERİ İÇİN  
ALÇAK GERİLİM DAĞITIM  
ŞEBEKESİNİN OPTİMUM TASARIMI**

**İLKER SEVDİK, Y.L.Tezi**

Bu araştırmada bir yerleşme bölgesi dağıtım şebekesi için değişik tasarımlar ve bu tasarımların ekonomik yönden karşılaştırılması yapılmıştır. Genelleştirilmiş sonuçlar elde etmek için bölgenin bazı özellikleri, örneğin bölgedeki yük artış hızı, inceleme süresi, arsa fiyatları değişken, öte yandan, sırasıyla hiç gelişmemiş ve tam gelişmiş yerleşme bölgelerine özgü başlangıç ve son yük yoğunluğu değerleri değişmez olarak alınmıştır.

Kullanılan temel tasarımda her bir dağıtım transformatoründen bir ana caddenin her iki yanından, her iki yöne gidecek şekilde yalnızca dört ana fider çıkmaktadır. Bölgeyi besleyen tali kablolar sigortalı bağlantı kutularında ana fiderlere ve müşteri servis kabloları da tali kablolarla bağlanmıştır. Tasarımda kullanılan sistem değişkenleri dağıtım transformatorleri anma (nominal) kapasiteleri ile ana ve tali kablo kesitleridir. Pratikteki dağıtım sistemlerinde kullanılan sekiz transformator anma kapasitesi ile yedi kablo kesiti gözönünde tutulduğunda her biri yukarıda adı geçen değişkenlerin ayrı bir birleşimi olan 392 değişik seçenek ortaya çıkmıştır. Bu seçenekler ayrı ayrı değerlendirilmiş, hem yatırımlar hem de işletme harcamaları gözönünde tutularak ekonomik karşılaştırmalar yapılmıştır. Bu karşılaştırmalar beslenen bölgenin farklı özelliklerine göre de ayrıca yinelenmiştir.

(Tez Yöneticisi: Asos.Prof. Dr.Ayhan Türeli, ODTÜ Elk. Müh. Bölümü, Şubat 1975;59 sayfa)

**DA MAKİNELERİ İÇİN  
TİRİSTORLU HIZ DENETLEÇİ**

**YALÇIN HAKSÖZ, Y.L.Tezi**

Bu çalışmada bir ayrı uyarımalı doğru akım motorunun hızının denetimi için tiristorlu bir özdevimsel (otomatik) denetim dizgesi geliştirilmiş ve uygulamaya konmuştur. Denetim sistemi, akım ve hız denetleçlerinden oluşan bir ardarda denetim devresi ile bir yarı denetimli çeviriciyi (karma köprü) içermektedir. Akım denetleci ayrıca akım sınırlama işini de görmektedir. Tasarımlanan sistemle % 0,5 doğrulukla hız denetlemek olanaklıdır. Çıkış gücü 36 kW'a kadar olan ayrı uyarımalı doğru akım motorlarının hızlarını denetleyecek bir örnek yapılmıştır.

Örnek üzerinde yapılan testler umulduğu gibi olumlu sonuçlar vermiştir.

(Tez Yöneticisi: Asos.Prof. Dr. Özey Hüseyin, ODTÜ Elk.Müh. Bölümü, Şubat 1975, 70 sayfa)

Bu sayımızda üniversitelerimizin elektrik mühendisliği fakülte ya da bölümlerinde geçtiğimiz yıl içinde yapılan yüksek lisans tezlerinin özetlerini yayınlamaya başlıyoruz. Böylece gerek yüksek öğrenim kurumları arasında, gerek bu kurumlarla üyelerimiz arasında gerekli iletişim ortamının sağlanmasına katkıda bulunacağımızı umuyoruz. Şu anda elimizde ODTÜ'de yapılan çalışmalar bulunduğundan özetleri yayınlamaya ODTÜ'de yapılan çalışmalarla başlıyoruz. Yüksek öğrenim kurumlarından ve yeni yüksek lisans yapan üyelerimizden 1974 yılbaşından bu yana yapılmış çalışmalarının özetlerini bu sayfalarda yayınladığımız biçim ve uzunlukta bize iletmelerini dileriz.



## BİR SU-JETİ BOYUNCA ATLAMA OLAYI

HASAN JAVED, Y.L.Tezi

Kirlenen yüksek gerilim yalıtkanları (insulatörleri) çoğu zaman nemli şartlarda atlama yapmaktadırlar. Böyle hatalara "kirlenme atlamaları" denmektedir.

Bu tezde, bir su akışı boyunca bir arkın yayılması deneysel olarak incelenmiştir. Deneyler Rumeli'nin çalışmalarını doğrulamak için yapılmış ve çalışmasının yinelenebilir olduğu anlaşılmıştır. Impuls gerilimi uygulandığında su akımındaki atlamalar araştırılmış, sonuçlar m öteki araştırmacılar tarafından yapılan aynı özellikteki deneylerle uyduğu görülmüştür. Hamp ton koşulları altında deneyler yapılmış ve onun sonuçlarının yinelenebilir olmadığı görülmüştür.

Yeni bir teknikte anot ve katod gerilimlerinin belirlenmesi denenmiş, sonuçların genellikle öteki çalışmacıların bulduklarıyla uyumadığı, ancak 70 mA - 80 mA akım bölgesinde yeterince uyduğu bulunmuştur.

(Tez Yöneticisi: Asos.Prof. Dr.Ahmet Rumeii, ODTÜ Elk. Müh.Bölümü, Aralık 1974, 67 sayfa)

## TEK FAZLI, YOKSEK GÜÇLÜ, ARDARDA BAĞLANMIŞ DURUK WARD LEONARD SÜRÜCÜ

AKHTAR NADYME, Y.L.Tezi

Seri bağlanmış iki tek fazlı tam denetimli bu köprü bir doğru akım makinesini beslemek için tasarlanmıştır ve imal edilmiştir. Makine motor olarak her iki yönde çalışabilir ve yeniden üretmeli olarak frenlenebilir (regenerative braking). Bilinen tek faz kuramı bu seri sisteme uygulanmış ve formüller de buna göre geliştirilmiştir. Yapılan deneyler, motorun seri sistemle tek fazlı köprü sistemine göre daha iyi çalışma koşullarında işletilebileceğini göstermiştir. Denetim sistemi, daha iyi hız düzenlemesi elde etmek için bir geri besleme halkası ve armatör akımını denetlemek için de bir akım sınırlayıcı devreyi içermektedir.

(Tez Yöneticisi: Y.Prof.Dr. Jullian Richardson, ODTÜ Elk.Müh. Bölümü, Eylül 1974, 61 sayfa)

## BÜYÜK GÜÇTE ÜRETİM BİRİMLERİNİN ELEKTRİK SİSTEMLERİNE BAĞLANMASINDA MEYDANA GELEBİLECEK GEÇİCİ DURUMLARDAKİ KARARLILIK VE FREKANS SAPMALARININ ARAŞTIRILMASI

AKİL YAĞCI, Y.L.Tezi

Bu araştırma, büyük güçte bir üretim biriminin (ünitesinin) devreye alınmasında meydana gelebilecek geçici olaylarla ilgilidir. Bilindiği üzere, yeni bir üretim biriminin gücü bağımsız olarak saptanamaz.

Birim gücü ilk olarak ekonomik kıstaslara ve yapımcı standartlarına göre tayin edilir. Bu yolla enerji üretiminin uygun maliyeti ve tüketiciye en yüksek servis kalitesi ile iletimi sağlanmış olur.

Enerji sistemlerinin kararlı işletme şartlarında çalışması en büyük birim gücünü sınırlamaz, öte yandan, ani üretim kaybı ile, sistemde fark edilir bir frekans düşümü olacaktır. Frekans düşümü arttıkça üretim kaybı ya da sistemin yüklenmesi artacaktır. Böylece, üretim sığası sınırlanmış olur.

Bu çalışmada, sisteme yeni bir üretim biriminin eklenmesi durumunda, geçici durumlarda sistem kararlılığı değişik yönlerden belirli bir sistem üzerinde araştırılmıştır.

(Tez Yöneticisi: Y.Prof.Dr. Nevzat Özyay, ODTÜ Elk.Müh. Bölümü, Şubat 1975, 115 sayfa)

# mühendislik dünyası

haberler

## YENİ YAYIMLANAN TÜRK STANDARTLARI

- TS 863 Asansörler' (İn- 28 TL  
san Taşıma İçin,  
Elektrikle Çalışan)
- TS 975 Sembol Şekilleri; 11 TL  
7. Kısım Yarı  
iletken Elemanlar
- TS 1011 Sembol Şekiller 16 TL  
6. Kısım: Değişkenlik, Direnç örnekleri ve Doğrultucular (Redresörler)
- TS 1012 30 mHz ile 1000 12 TL  
mHz arasındaki Frekans Bölgesinde Kullanılan Antenlerin Önemli Elektriksel Özelliklerini Ölçme Metodları
- TS 1097 Şehir içi Yollarında Yeraltı Tesisleri (Su, Havagazı, Elektrik, PTT, Kanalizasyon) ve Bunlarla İlgili Yerüstü Tesislerin Planlanması ve Yerleştirme Kuralları
- TS 1120 Havagazı ve Elektrik Sayaçları Yerleştirme Nişleri, Yapım Kuralları
- TS 1308 Elektrik ve Magnetizma Büyüklükleri ve Birimleri
- TS 1309 Akustik Büyüklükleri ve Birimleri
- TS 1390 İş Yazılarının 11 TL  
Düzenlenmesi
- TS 1391 Resmi Yazıların 10 TL  
Düzenlenmesi
- TS 1507 Atom ve Çekirdek Eiziğinin 13 TL  
Büyükükleri ve Birimleri
- TS 1517 Işık ve ilgili 8 TL  
Elektromanyetik Radyasyon Büyüklükleri ve Birimleri
- TS 1653 Elektrolitik 3 TL  
Katod Bakır Özellikleri
- TS 1736 Sembol Şekiller 16 TL  
11. Kısım: Mikrodalga Teknolojisinde Kullanılan Elemanlar
- TS 1847 Bağlantı Kabloları (Televizyon Alıcıları için) (En Çok 105°C Çalışma Sıcaklığına ve 20 kV-25 kV'Uık Doğru Gerilime Dayanıklı)



## KÖLN METROSU BİLGİSAYARLA DENETLENİYOR

Trenlerin hareketlerini bilgisayarla denetleyen (kontrol eden) bir dizge (sistem) dünyada ilk kez Köln'de kurulmuştur, tki süreç-denetim (process control) bilgisayarının kullanıldığı dizge, saatte ortalama yedi yönden gelen 120 trenin geçtiği Ebertplatz kavşağından trenlerin tüm hareketlerini denetlemektedir. Denetim bölgesine giren her tren numarasını bilgisayara bildirmekte ve bilgisayar trenin izleyeceği yolu saptamaktadır. Ayrıca, denetim odasında bir görevli trenlerin hareketlerini izleyebilmekte ve gerektiğinde araya girerek denetimi eline alabilmektedir. Resimde denetim odasından bir görüntü görülmektedir.

## 17. DUNYA UZULETİSİM GÖNÜ

1865 yılında kurulan 144 üyeli Uluslararası Uzuletişim Birliğinin (UUB) 110. kuruluş yıldönümü 17 Mayıs'ta kutlandı. Bu yılki Dünya Uzuletişim (telecommunication) Gününde UUB ve Dünya Meteoroloji Derneği (DMD) tarafından ortaklaşa seçilen "Uzuletişim ve Meteoroloji" konusu incelendi. Bu konunun seçilme nedeni uzuletişim ve meteorolojinin ayrı bilim dalları olmakla birlikte birbirleriyle çok yakından ilişkili olmaları, birbirlerini bütünlemeleri.

Aşağıda 17. Dünya Uzuletişim Günü nedeniyle UUB tarafından hazırlanmış olan, uzuletişimdeki ilerlemenin meteorolojinin gelişmesine etkisini konu alan bir yazının özeti sunulmuştur.

### UZ İLETİŞİM VE DÜNYA HAVA GÖZLEMİ

Sağlıklı bir hava tahmini yapabilmek için hava hareketlerinin dünyanın her yanında yakından gözlenmesi ve elde edilen verilerin kısa sürede toplanıp işlenmesi gerekir. Bununla ileri bir uzuletişim teknolojisi gerektirdiği açıktır. Uzuletişim teknolojisinde son yıllarda kazanılan yeni olanaklar sayesinde DMD tarafından 1960'larda bu amaçla yönelik Dünya Hava Gözlemi (World Weather Watch) adlı bir sistem planlanmıştır.

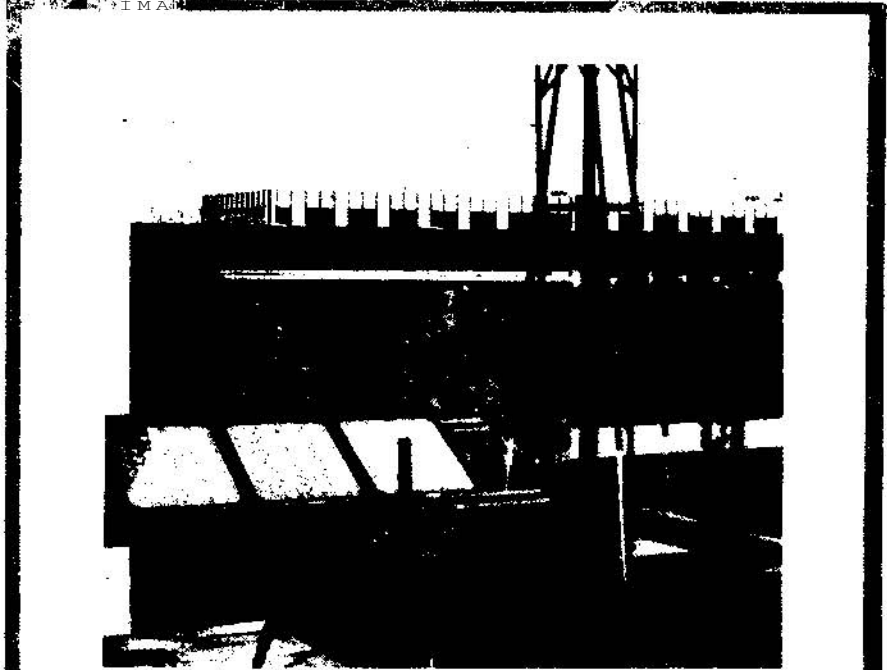
Dünya Hava Gözlemi sisteminin ana öğeleri;

- Kara ve denizlerdeki meteoroloji istasyonları, yapay uydular ve öteki gözlem istasyon ve araçlarından oluşan Dünya Gözlem Sistemi (Global Observing System),
- Elde edilen verileri işleme ve depolamakla yükümlü meteoroloji merkezlerini kapsayan Dünya Bilgi-İşlem Sistemi (Global Data-Processing System)

- Elde edilen ve işlenen verilerin hızlı bir biçimde toplanması ve dağıtımını sağlayan Dünya Uzuletişim Sistemidir (Global Telecommunication System).

Dünya Uzuletişim Sistemi'nin görevi dünyanın her yanından kendisine ulaşan bilgileri toplamak; ulusal, bölgesel ve dünya meteoroloji merkezlerine iletmektir. Bu nedenle sistemin hızlı ve güvenilir olması gerekmektedir. Bu gerekliliklerin yerine geti-

rilmesi için Melbourne, Moskova ve Washington'da bulunan üç büyük meteoroloji merkezini birleştiren yüksek hızlı bir şehirlerarası uzuletişim devresi kurulmuştur. Kendi uzuletişim devreleriyle birlikte çok sayıda bölgesel ve ulusal meteoroloji merkezi de bu devreye bağlanmıştır. Şehirlerarası uzuletişim devresi gerek sayısal gerekse şekil bilgi iletimini sağlayabilmekte ve saniyede 2400 bitlik ya da dakikada 3600 sözcüklük bir hızla çalışabilmektedir.



### GONES ENERJİSİ İLE ÇALIŞAN POMPA

Fransa'da bir laboratuvarında güneş enerjisi ile çalışan bir su pompası geliştirilmiştir. Yukarıda fotoğrafı görülen aygıt güneş enerjisinden 300 VJ'lık bir güç üretmekte, bu güçle çalışan pompa 15 m derinlikten su çekebilmektedir. Aygıtın enerji dönüştüren hücrelerden oluşan yüzeyinin bir metrekaresinin yılda ortalama 1000 m<sup>3</sup>'su dağıtım için gerekli elektrik enerjisi ürettiği hesaplanmıştır.

Güneş enerjisinden elektrik üreten aygıtlar bakım masraflarının çok az olmasına, yaklaşık 25 yıl sürekli çalışabilmelerine ve güvenilirliklerine karşılık maliyetleri yüksek olduğundan ekonomik bulunmamaktadır. Bu konuda Londra'da verilen bir konferansta, aygıtlar geliştirilirse yılda dünya yüzeyine ulaşan 1,5x10<sup>16</sup> kilovatsaatlik güneş enerjisinden büyük ölçüde yararlanılabileceği öne sürülmüştür.

(Electronics and Power, 17 Nisan 1975)