

DENEY NO: 2

İKİ ADET BİR FAZLI TRANSFORMATÖRÜN PARALEL ÇALIŞMASI

Deneyin Amacı

Transformatörlerin paralel çalışmasının getirdiği avantajları incelemek, paralel bağlanma şartlarını öğrenmek ve paralel çalışmanın analizini yapabilmek.

Araç-Gereçler:	-Enerji Ünitesi	Deney Masası	Y-036/001
	-AC Ölçüm Ünitesi		Y-036/005
	-Enerji analizatörü		Y-036/004
	-Bir fazlı transformatör		Y-036/028
	-İki kutuplu sigortalı-şalter		Y-036/052
	-Lamba grubu		Y-036/055
	-Ayarlı yük (Ry) reosta	50 Ω 1000W	Y-036/066
	-Bara		Y-036/053
	-Jaglı kablo, IEC fişli kablo		

Deney Yapılmadan Önce Bilinmesi Gereken Kavram ve Konular

- Transformatörün yapısı,
- Transformatörün çalışma prensibi,
- Transformatörün eşdeğer devresinin elde edilmesi,
- Transformatörün paralel çalışması.

1. Deney Hakkında Genel Bilgi

Elektrik santrallerinde, transformatör merkezlerinde ve postalarında genel olarak birden fazla transformatör bulunur. İşletmelerde elektrik enerjisinin sürekliliğini sağlamak, transformatörlerin bakımı veya arıza hallerinde yedekte bulunan transformatörleri devreye alabilmek için transformatörler kendi aralarında paralel bağlanırlar. Transformatörlerin besledikleri yüklerde artma olursa ikinci veya çok sayıda transformatör birinciye paralel bağlanırlar. Aynı yerde bulunan transformatörler ortak bir bara sistemi, uzak mesafede bulunan transformatörler ise enterkonnekte sistemi ile paralel bağlanırlar.

İyi bir paralel çalışmanın temelinde önce; sekonder şebekenin yüklenmemiş durumunda paralel bağlı bütün transformatörlerin sekonder sargılarından hiçbir akımın geçmemesi sağlanmalıdır. Çünkü bu şart sağlanmazsa transformatörler arasında sirkülasyon akımları ortaya çıkar ve sargılar gereksiz yere yüklenmiş olurlar. Yükte de transformatörler nominal güçlerine göre üzerlerine yük almalıdırlar. Böyle olmazsa paralel çalışan transformatörlerden biri veya birkaçı diğerlerinden önce nominal yüküne erişir. Ayrıca yükte çalışan transformatörlerin yük

akımlarının fazları eşit olmalıdır. Paralel çalışan transformatörlerin yük akımları eşit fazda olmazsa akımların cebirsel toplamı, toplam yük akımından büyük olur. Bu sonuç da paralel çalışan transformatörlerin toplam gücüne erişilmesi olanağını ortadan kaldırır. İşte bu koşulların gerçekleşmesi, aşağıdaki koşulların sağlanmasına bağlıdır.

a) Paralel çalışan transformatörlerin montaj şemalarının, gerilim düşümleri ihmal edildiği zaman, sekonder taraftaki gerilim fazör sistemlerinin bütün paralel çalışan transformatörlerde primer gerilim fazör sistemine karşı aynı durumu sağlayacak şekilde gerçekleştirilmesine çalışılmalıdır. Bu durum, bir fazlı transformatörlerde aynı yöndeki bağlantıların aynı baralara bağlanması ile üç fazlı transformatörlerde ise bağlama gruplarının aynı olması ile sağlanır.

b) Transformatörlerin çevirme (transformasyon) oranları eşit olmalıdır. Ancak bağıl kısa devre gerilimleri arasındaki farkın %10'u aşmaması koşulu ile iki transformatörün çevirme oranları arasındaki fark, kısa devre gerilimi yüzdesinin 1/20'sine kadar olabilir.

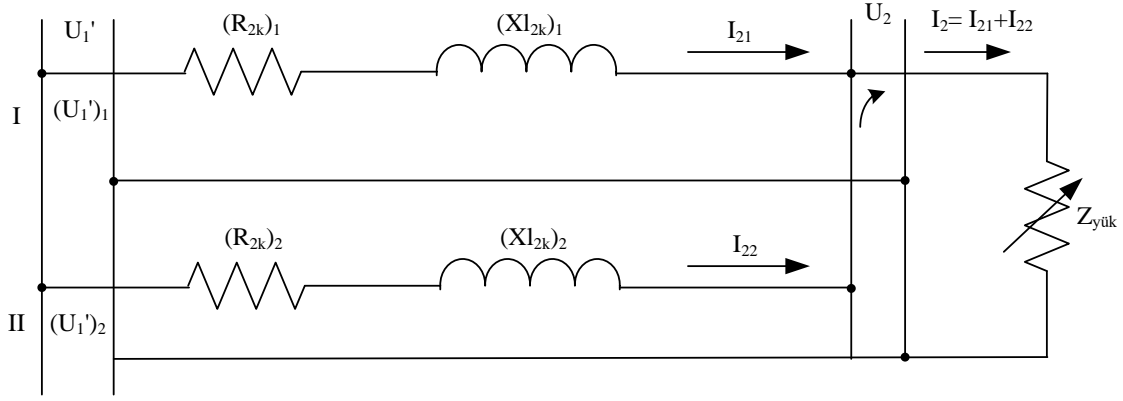
c) Yük bölümü bakımından kusursuz bir paralel çalışma söz konusu ise paralel çalışacak transformatörlerin eşit güçte olmaları sağlanır. Bu sağlanamazsa küçük güçteki transformatör gücünün, büyük transformatörünün 1/3'ünden aşağı olmaması gerekir. Çünkü, bu taktirde transformatörlerin u_X/u_R oranları arasında izin verilemeyecek derecede farkların ortaya çıkmasına neden olunur. (u_X : Reaktif bileşenlerin gerilim düşümü, u_R : Rezistif bileşenlerin gerilim düşümü)

d) Nominal akımdaki bağıl kısa devre gerilimlerinin eşit olmaları gerekir. Şayet bu koşul yoksa ve transformatörlerin de mutlaka paralel çalışması söz konusu ise kısa devre gerilimleri arasındaki fark %10'u aşmamalıdır.

e) Boşta çalışma akımlarının primer sargılarda meydana getirdikleri gerilim düşümleri ile bu gerilim düşümlerinin fazlarının eşit olması, sirkülasyon akımlarının meydana gelmesine engel olur.

2. Transformatörlerin Paralel Çalışma Analizi

Boşta çalışma akımı ihmal edilmiş, primer büyüklükleri sekondere indirgenmiş iki transformatörün (1 ve 2) eşdeğer devre şemaları aşağıdaki gibidir



Şekil 1. Paralel bağlı iki transformatörün eşdeğer devre şeması

(U_1') : Sekondere indirgenmiş primer bara gerilimi

$(U_1')_1$: Sekondere indirgenmiş 1 no'lu transformatörün primer gerilimi

$(U_1')_2$: Sekondere indirgenmiş 2 no'lu transformatörün primer gerilimi

Her iki transformatör için gerilim ifadelerini yazalım;

$$(U_1')_1 = I_{21} \cdot (z_{2k})_1 + U_2 \quad I_2 = I_{21} + I_{22} \quad (3.1)$$

$$(U_1')_2 = I_{22} \cdot (z_{2k})_2 + U_2 \quad U_2 = z_{yük} \cdot I_2 \quad (3.2)$$

Sekondere indirgenen primer gerilimleri arasındaki fark;

$$\Delta U_1 = (U_1')_1 - (U_1')_2 \quad (3.3)$$

(1),(2) ve (3) ifadelerinden faydalanarak transformatörlerin sekonder akımlarını aşağıdaki gibi yazabiliriz :

$$I_{21} = \frac{I_2 \cdot (z_{2k})_2}{(z_{2k})_1 + (z_{2k})_2} + \frac{\Delta U_1}{(z_{2k})_1 + (z_{2k})_2} \quad (3.4)$$

$$I_{22} = \frac{I_2 \cdot (z_{2k})_1}{(z_{2k})_1 + (z_{2k})_2} - \frac{\Delta U_1}{(z_{2k})_1 + (z_{2k})_2} \quad (3.5)$$

- $(U_1')_1 \neq (U_1')_2$ olması demek, iki transformatörün transformasyon oranlarının birbirlerinden farklı olması demektir (her iki transformatörün U_2 sekonder gerilimleri eşit olmak şartı ile). Bu durumda transformatörlerin I_2 sekonder yük akımı sıfır olsa da transformatörlerin sekonder sargularından dolayısıyla primer sargularından sirkülasyon akımları dolaşır. Bunların değeri ;

$$I_{21} = \frac{\Delta U_1}{(z_{2k})_1 + (z_{2k})_2} \quad (3.6)$$

$$I_{22} = -\frac{\Delta U_1}{(z_{2k})_1 + (z_{2k})_2} \quad (3.7)$$

$I_{21} = - I_{22}$ 'dir.

Böyle bir çalışma düzgün ve istenilen bir paralel çalışmada olmamalıdır.

- $(U_1')_1 = (U_1')_2$ ise $\Delta U_1 = 0$ olur. Böylece akımlar;

$$I_{21} = \frac{(z_{2k})_2}{(z_{2k})_1 + (z_{2k})_2} \cdot I_2 \quad (3.8)$$

$$I_{22} = \frac{(z_{2k})_1}{(z_{2k})_1 + (z_{2k})_2} \cdot I_2 \quad (3.9)$$

Bir transformatörün sekonder akımının, nominal yük akımına oranı transformatörün yüklenme derecesini verir. Yukarıdaki transformatörlerin yüklenme derecelerini yazıp, birbirlerine bölersek ;

$$\frac{I_{21} / (I_{21})_n}{I_{22} / (I_{22})_n} = \frac{(z_{2k})_2 / (I_{21})_n}{(z_{2k})_1 / (I_{22})_n} \quad (3.10)$$

(10) no'lu ifadenin İfadenin pay ve paydalarını U_2 ile çarpıp yazalım,

$$\frac{(z_{2k})_2 \cdot (I_{22})_n}{U_2} / \frac{(z_{2k})_1 \cdot (I_{21})_n}{U_2} = \frac{u_{k2}}{u_{k1}} \quad (3.11)$$

U_{k1} ve U_{k2} değerleri transformatörlerin bağlı kısa devre gerilimleri olup, yüklenme dereceleri ile ters orantılıdır. $U_{k1} = U_{k2}$ olması halinde transformatörler güçleri ile orantılı olarak eşit derecelerde yüklenirler.

3. Deneyin Yapılışı

Not: Deneyde kullanacağınız transformatörler paralel bağlama şartlarına uygun olmalıdır.

Labaratuvar olanaklarınıza göre; deney bağlantı (devre) şemalarında ki belirtilen ölçüm-kontrol üniteleri minimum düzeyde kullanılmıştır. Daha farklı noktalarda ölçüm-kontrol üniteleri kullanabilme imkanlarınız dahilindedir.

Transformatörlerin yüksüz çalışma konumundaki ölçümler için daha küçük ölçüm aralıklı ölçüm üniteleri kullanınız.

-Şekil 2 ve 3'teki deney bağlantısını kurunuz.

-1.TRF ve 2.TRF ayrı ayrı çalıştırıp sekonder gerilimlerini aynı olan kademeleri ölçerek bulup, sekonder gerilimleri eşit olan kademeye göre bağlantıyı yapınız.

-1.TRF ve 2.TRF primer devreleri sigorta-şalterlerini kapatıp nominal gerilimini uygulayınız.

-1.TRF sekonder kısmındaki 1. sigorta-şalter gurubunu kapatınız. 2.TRF sigorta-şalter gurubunun ayaklarına bağlı (U_0) voltmetre sıfırı gösteriyor ve lambalar sönmük ise 2.TRF sekonder gerilimleri toplamını gösteriyor, lambalar yanık ise paralel bağlantı yapılmaz. Bu

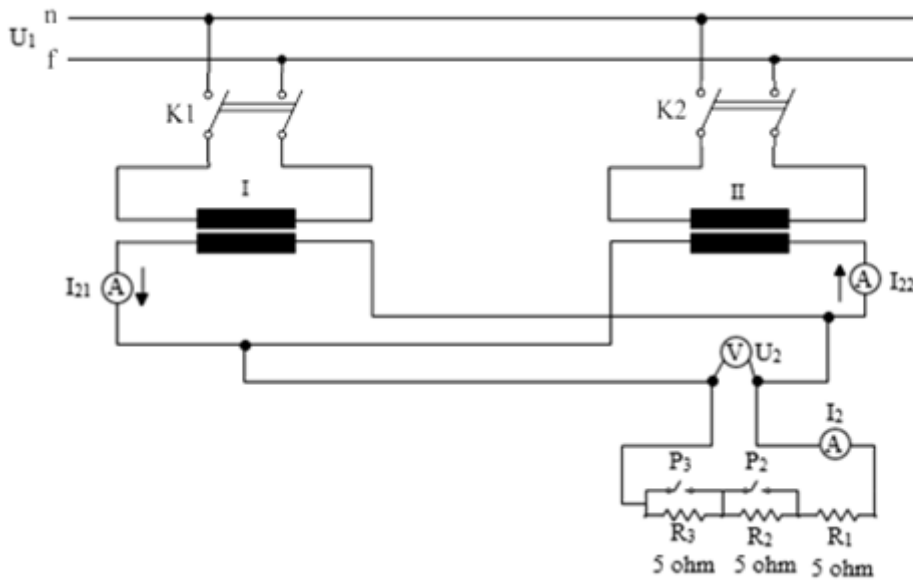
konumda paralel bağlanacak trf birinin (2.TRF) primer veya sekonder uçlarının birbiriyle yerlerini değiştiriniz.

-Paralel bağlama yapıldıktan sonra 1.TRF ve 2.TRF devrelerindeki ölçüm ünitelerinin ve enerji analizatörü parametre değerini gözlemleyip kaydediniz.

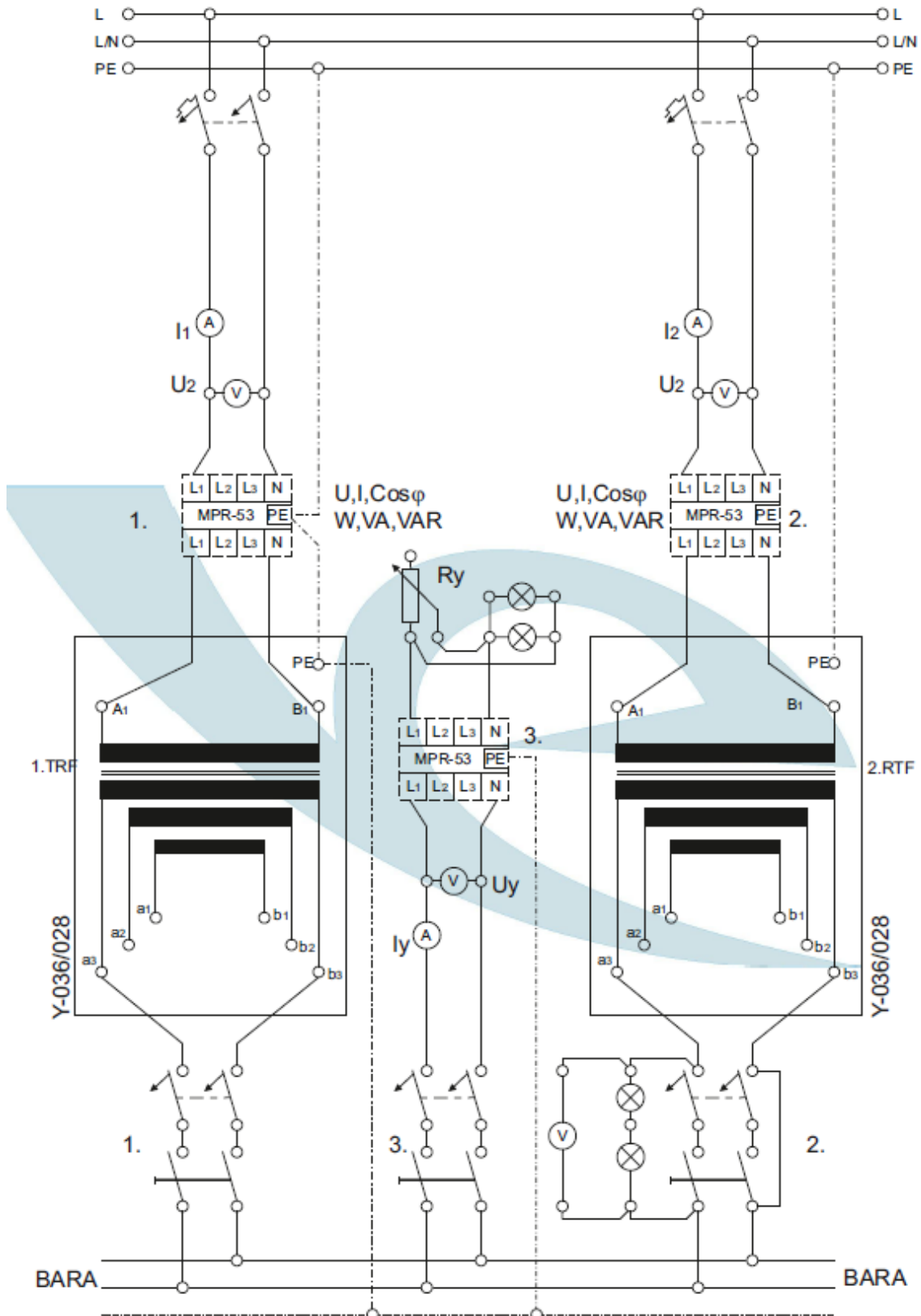
-3.sigorta-şalterleri (yük) kapatıp,ayarlı reosta ve lamba gurubunu kademe kademe devreye sokup trf. nominal gücünde ve daha sonra 1.3 katına kadar trafoların yüklenmesini sağlayınız. Her konumda devredeki ölçüm üniteleri ve enerji analizatörlerinin parametre değerlerini gözlemleyip kaydediniz.

-Yükü kademe kademe azaltıp sıfıra getirin her konumda ölçüm değerlerini gözlemleyip kaydediniz.

-Enerjiyi kesip deneyi sonlandırınız.



Şekil 2. Deneyin montaj şeması



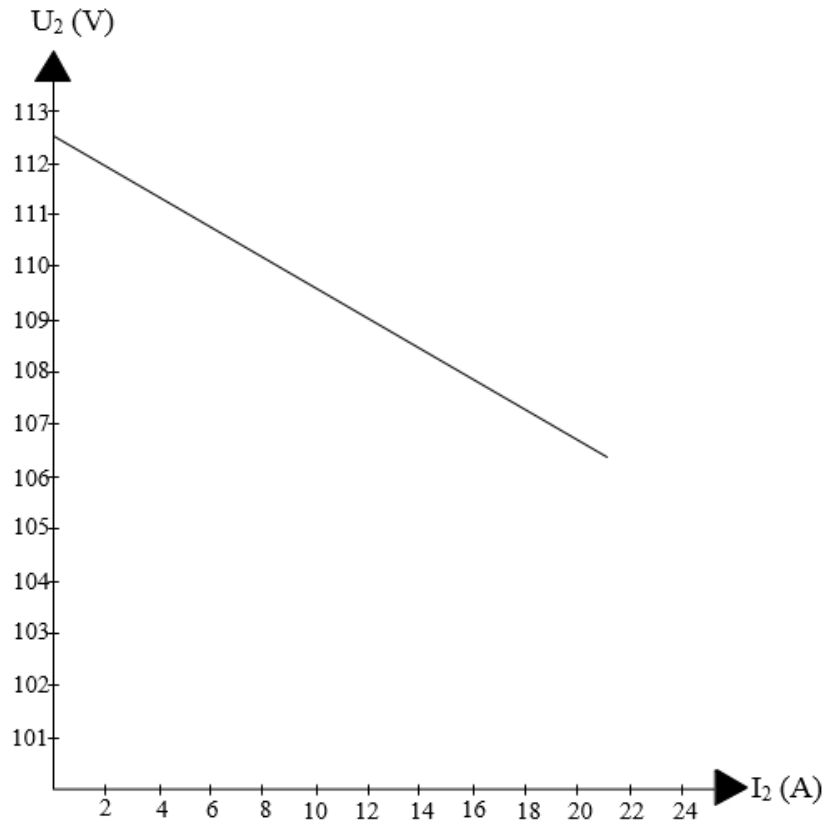
Şekil 3. Deneyin devre şeması

4. Deney Sonunda Yapılanlar

Her yük değeri için U_2 ile I_{21} ve I_{22} akımları kaydedilip, $U_2 = f(I_{21})$, $U_2 = f(I_{22})$ ve $U_2 = f(I_2)$ eğrileri çizilir.

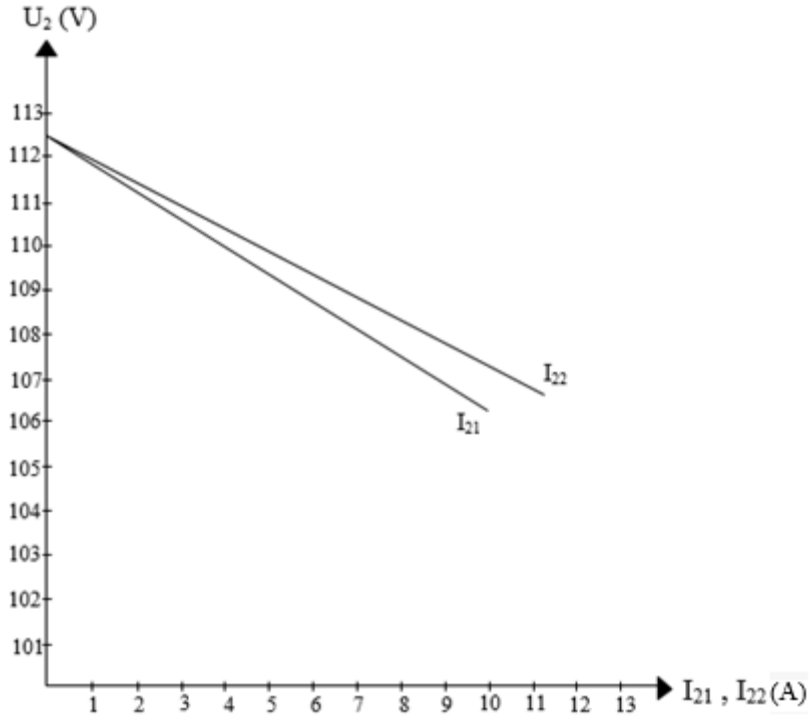
Tablo 1. Deney sonunda elde edilenler

I_{21} (A)	I_{22} (A)	I_2 (A)	U_2 (V)



Şekil 4. $U_2 = f(I_{21})$ ve $U_2 = f(I_{22})$ eğrileri

Ölçek (1 cm=10 V ve 1 cm=2 A)



Şekil 5. $U_2 = f(I_2)$ eğrisi
Ölçek (1 cm=10 V ve 1 cm=5 A)

Deneyde alınan değerler :

1.TRF				2.TRF				YÜK				Açıklama
U_1	I_1	$\cos\phi_1$	W_1	U_2	I_2	$\cos\phi_2$	W_2	U_y	I_y	$\cos\phi_y$	W_y	

Değerlendirme :

Soru 1: Bir fazlı transformatörlerin paralel bağlama şartları nelerdir? açıklayınız.

Soru 2: Paralel bağlamada yük devresi açık iken ölçüm ünitelerinin gösterdiği değerler nedir? analiz ediniz.

Soru 3: Transformatörler yük paylaşımı eşit oldu mu farklılık varsa bunun nedenlerini açıklayınız.

Soru 4: Transformatörlerin paralel bağlanmasının ne gibi avantajı veya varsa dezavantajları vardır? Analiz ederek açıklayınız.

Soru 5: Deney sonunda edindiğiniz gözlemlerinizi açıklayınız.