

UME GÜÇ VE ENERJİ ÖLÇÜMLERİ LABORATUVARI

Ufuk Sovuksu , Şahin Özgül
TÜBİTAK - Ulusal Metroloji Enstitüsü (UME)

ÖZET

Hassas, güvenilir ve doğruluğu yüksek güç ve enerji ölçümlerine giderek artan oranlarda ihtiyaç duyulması, UME (Ulusal Metroloji Enstitüsü)'de doğrudan ulusal standartlara izlenebilir, birincil seviyeli standartların yer aldığı bir Güç ve Enerji Ölçümleri Laboratuvarı kurulmasını gündeme getirmiş, yapılan çalışmalar sonucunda endüstriden gelebilecek her türlü test, ölçüm ve kalibrasyon talebini karşılayabilecek ölçülerde, en son teknolojiyle donatılmış yeni bir laboratuvar kurulmuştur. Bu çalışma öncelikle bugün dünyada birincil seviye güç ölçümlerinin ne şekilde yapıldığı, güç ve enerji ölçümlerinde izlenebilirliğin nasıl sağlandığı anlatılmıştır, daha sonra yeni kurulan UME Güç ve Enerji Ölçümleri Laboratuvarı tanıtmıştır. Laboratuvardaki ölçüm sistemleri ve standartlarından bahsedilmiş, laboratuvarın ölçüm imkanları, ne tür test, ölçüm ve kalibrasyonların yapılabildiği anlatılmış ve yapılan ölçümlerde izlenebilirliğin ne şekilde sağlandığı açıklanmıştır.

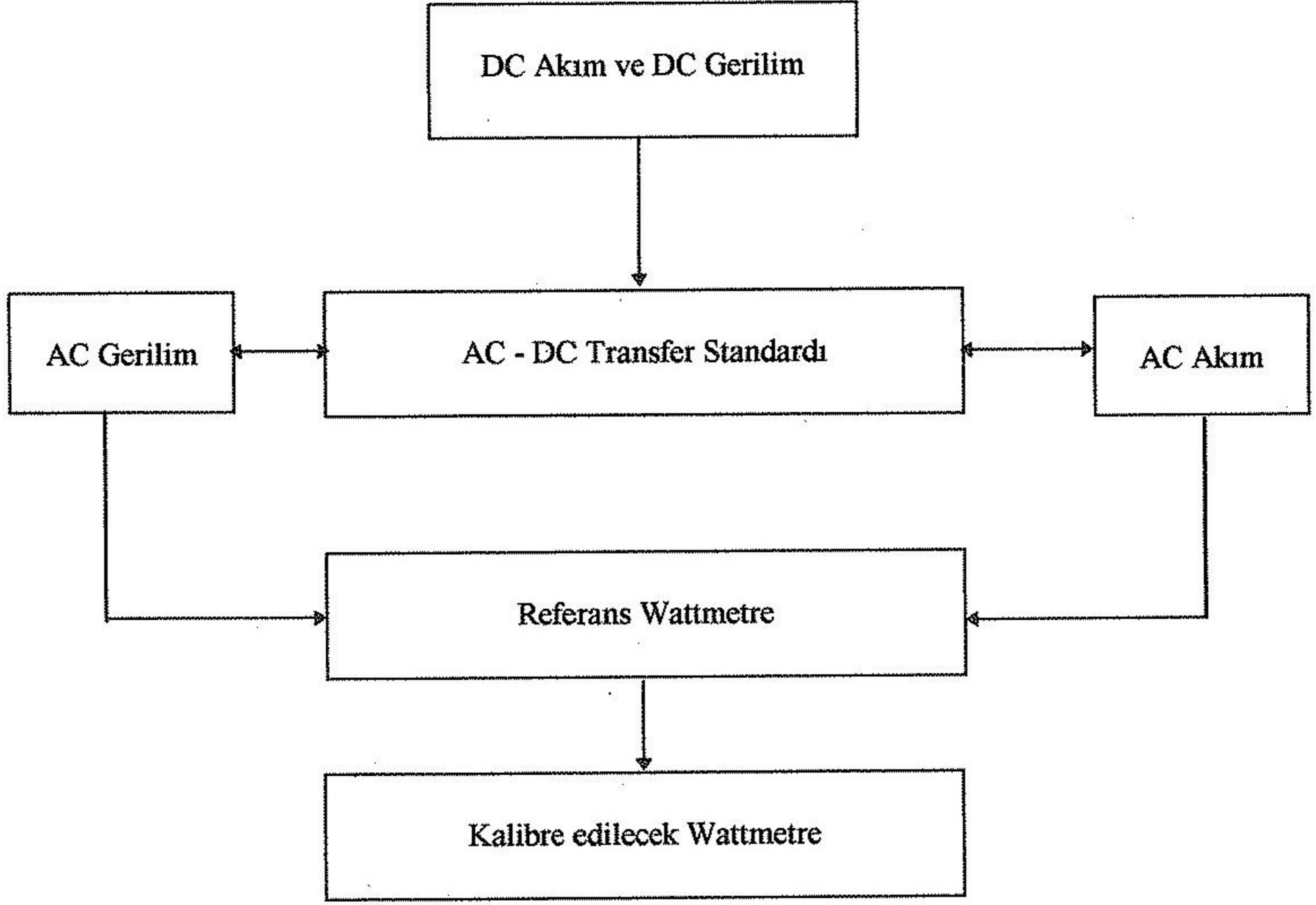
Anahtar Kelimeler : AC güç, enerji, standart, kalibrasyon, izlenebilirlik

1. BİRİNCİL SEVİYE AC GÜÇ ÖLÇÜMLERİNDE İZLENEBİLİRLİK

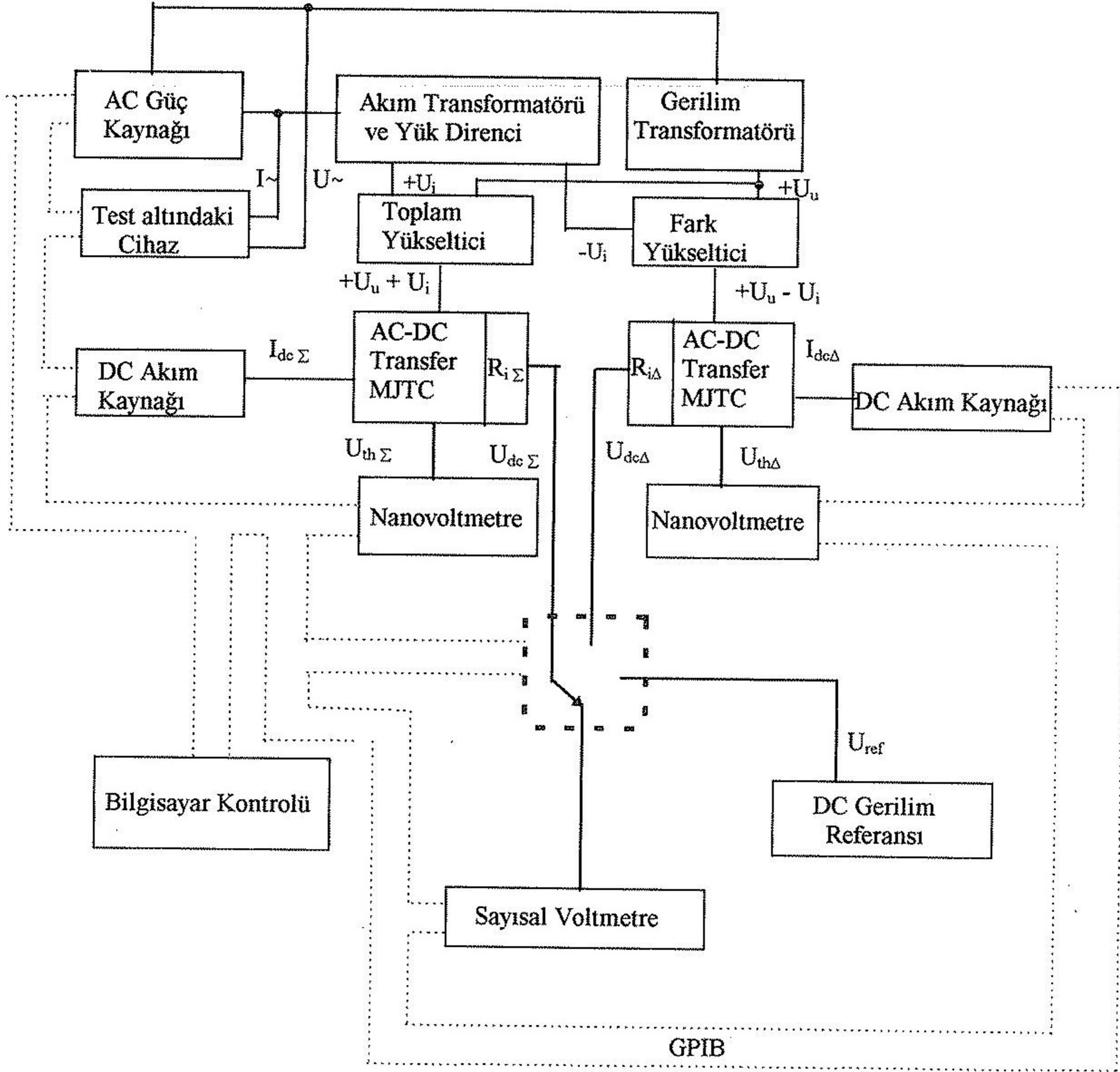
Şekil 1 deki blok diyagramda görüldüğü gibi ac güç büyüklüğü temel standartlar olan dc gerilim , dc direnç'ten elde edilen dc akım ve ac-dc transfer standartlardan türetilerek elde edilir. AC güç standart sistemi olarak ulusal metroloji laboratuvarlarında değişik kalibrasyon sistemleri kurulmuştur.

2. BİRİNCİL SEVİYE GÜÇ ÖLÇÜM SİSTEMİ

Birincil seviye güç ölçüm sistemi, içerisinde bulunan ve termal ac-dc transfer yöntemine göre çalışan iki MJTC (Çoklu eklem termal çevirici) üzerinde "toplam ve fark" yöntemi ile aktif güç (P), ölçen tek fazlı bir sistemdir. Üç-fazlı ölçümlerdeki izlenebilirlik yine bu sistem üzerinden sağlanmaktadır. Sistemde yer alan ve sistemin ana kısmını oluşturan MJTC'lerin her biri ayrı ayrı ve aynı anda, uygulanan ac akım ve ac gerilim işaretlerinin gerçek değerini bulmakta kullanılmakta, şekil 2'de gösterilen, ve bulunan bu değerler "toplam ve fark" yöntemi ile ölçülerek aktif güç (P) işaretinin gerçek değeri hesaplanmaktadır. Bu şekilde saptanan ve birincil seviye güç değeri olarak kabul edilen bu güç değeri kullanılarak referans wattmetrelerin kalibrasyonları yapılmaktadır.



Şekil 1. Birincil seviyede AC güç ölçümlerindeki izlenebilirlik şeması



Şekil 2. Birincil seviyede güç ölçüm sistemi blok şeması.

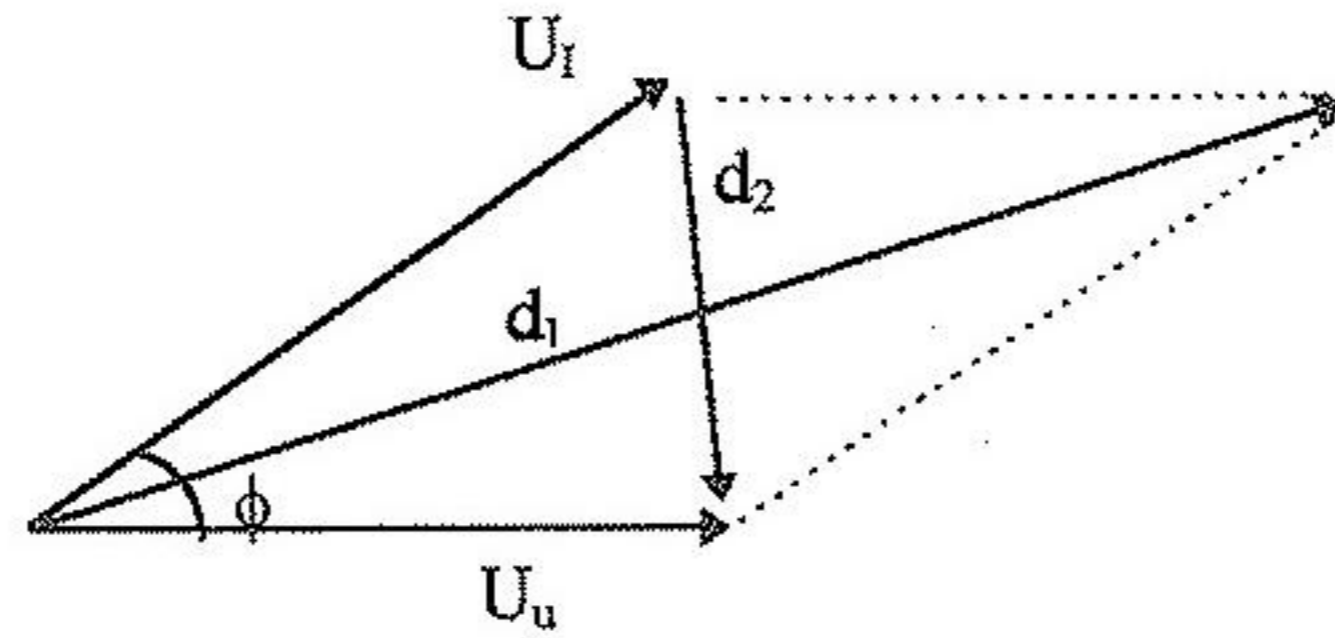
Birincil seviye güç sisteminde yer alan ac güç kaynağından alınan ve aralarında istenen değerlerde faz farkı yaratılabilecek ac akım ve ac gerilim işaretleri MJTC'lara uygulanmaya elverişli değerlere bölünmek üzere öncelikle akım trafosu ve gerilim trafosu üzerinden geçirilir. Akım trafosunun sekonder akımı, değeri bilinen bir yük direnci üzerinden akıtılmak suretiyle $+U_i$ gerilimine dönüştürülür. Yine akım trafosu üzerinde $+U_i$ işareti ile arasında 180° 'lik faz farkı olan aynı genlikli $-U_i$ işareti elde edilir. Gerilim trafosu üzerinden de uygun genlikli U_u işareti elde edilir. Elde edilen bu ac gerilim işaretleri ($+U_i$, $-U_i$ ve U_u), uygun kombinasyonlarda toplam ve fark yükselticilerine aktarılmak suretiyle yükseltici çıkışlarında (U_u+U_i) ve (U_u-U_i) işaretleri elde edilir. Bu toplam ve fark işaretler ac akım işaretlerdir ve MJTC'lara uygulanıp standartların

çıkışlarında oluşan gerilimler sistemde yer alan nanovoltmetrelerle ölçülür. Daha sonra kalibreli bir dc kaynak ile MJTC'lara dc akımlar uygulanıp aynı çıkış gerilimleri elde edilinceye kadar kaynak üzerinde ayarlama yapılır. Aynı işlemler dc akım polaritesi değiştirilip tekrarlanır. MJTC çıkışlarında ac toplam ve fark akımlarının yarattığı gerilime eşit veya ona çok yakın bir gerilim yaratan Σ ve Δ dc kaynak akımlarının gerçek değerleri bir standart direnç veya kalibreli akım şöntü kullanılarak saptanır.

Bu şekilde değerleri saptanan toplam, Σ , $(U_u + U_I)$, ve fark, Δ , $(U_u - U_I)$, değerleri kullanılarak, aşağıdaki eşitlikle aktif güç (P) değeri hesaplanır.

$$P = \frac{1}{4} [(U_u + U_I)^2 - (U_u - U_I)^2]$$

Güç faktörü $\cos\phi$ olarak bilinen terimden yararlanarak ve paralel kenar kullanarak matematiksel olarak bu eşitliği aşağıdaki gibi üretebiliriz.



$$d_1^2 = U_u^2 + U_I^2 + 2 U_u U_I \cos\phi$$

$$d_2^2 = U_u^2 + U_I^2 - 2 U_u U_I \cos\phi$$

$$d_1^2 - d_2^2 = 4 U_u U_I \cos\phi$$

$$U_u U_I \cos\phi = P = \frac{1}{4} (d_1^2 - d_2^2)$$

$$d_1 = U_u + U_I$$

$$d_2 = U_u - U_I$$

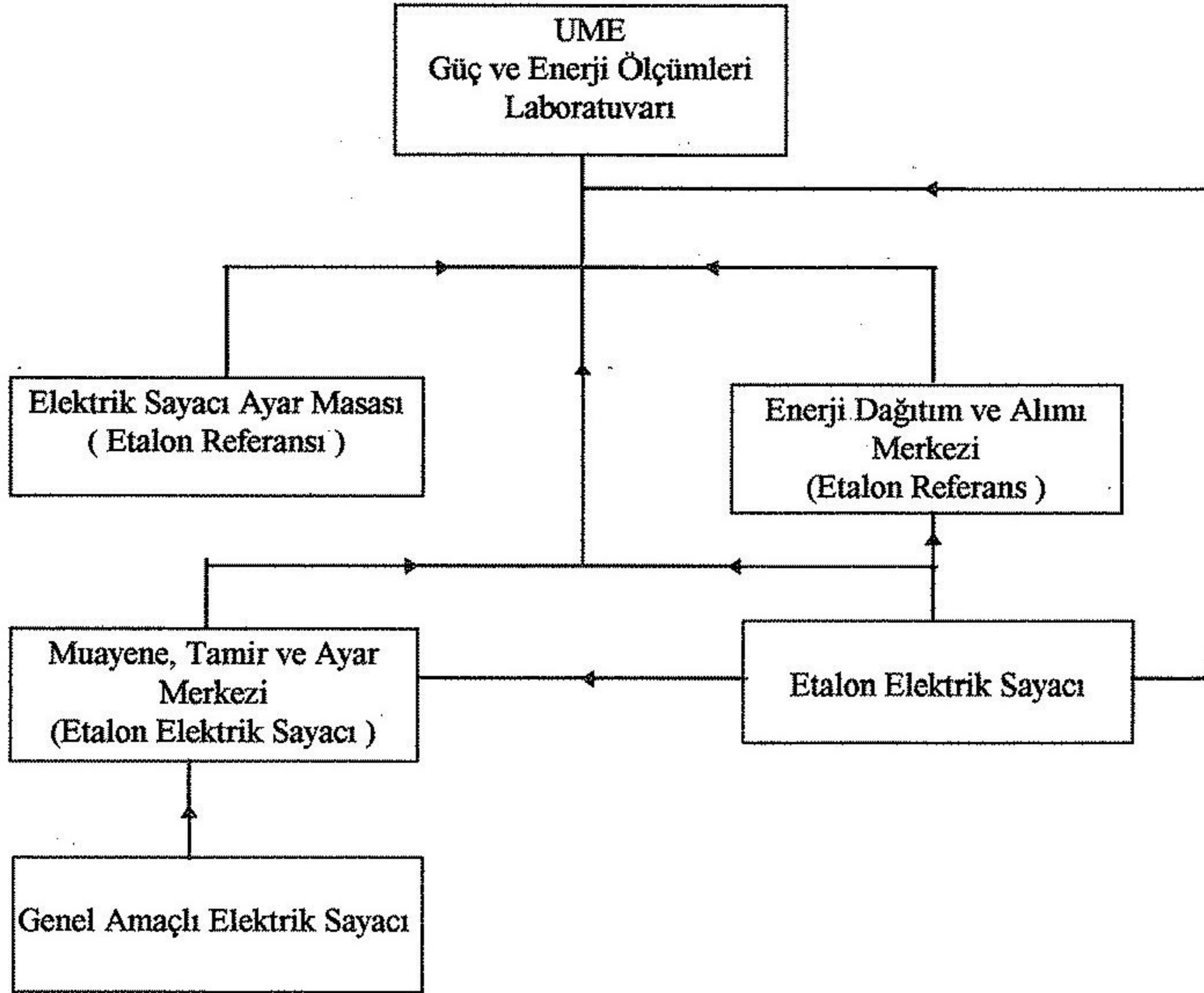
$$P = \frac{1}{4} [(U_u + U_I)^2 - (U_u - U_I)^2]$$

3. UME GÜÇ VE ENERJİ ÖLÇÜMLERİ LABORATUVARININ BİRİNCİL SEVİYE AC GÜÇ ÖLÇÜM SİSTEMİ

UME Güç ve Enerji Laboratuvarının birincil seviye güç ölçüm sisteminin ana kısmını, PTB'de (Alman Metroloji Enstitüsü) kalibre edilmiş olan tek-fazlı K2004 referans wattmetresi [1] teşkil etmektedir. Kalibreli tek-fazlı K2004 referans cihaz kullanılarak daha düşük seviyeli diğer referans wattmetrelerin kalibrasyonu yapılmaktadır. Üç-fazlı güç ve enerji ölçümlerindeki izlenebilirlik ise, üç-fazlı referans kaynak ve üç-fazlı referans komparatör ikilisinden oluşan ölçüm sisteminin her bir fazının ayrı ayrı ve aynı anda 3 tek-fazlı K2004 referans wattmetresi ile kalibre edilmesi suretiyle yine tek-fazlı birincil ölçüm sistemi üzerinden sağlanmaktadır. Üç-fazlı ölçüm

sistemi ile çoğunlukla elektrik sayacı test masalarında bulunan üç-fazlı referans cihazların kalibrasyonları ile diğer üç-fazlı kaynak ve ölçüm cihazı kalibrasyonları yapılmaktadır.

UME Güç ve Enerji Ölçümleri Laboratuvarında yer alan elektrik sayaç test sistemi (Zera Universal electricity meter test system), tek veya üç-fazlı güç ve enerji ölçümleri için izlenebilirlik sağlamak ve şekil 3'de görüldüğü gibi ülke içinde yer alan tek veya üç-fazlı referans cihazların periyodik kalibrasyonlarını yapmak amacıyla kurulmuştur.



Şekil 3. AC güç ve enerji ölçümlerinde izlenebilirlik blok diyagramı.

Faz	Ölçüm Aralığı	Belirsizlik
Tek - Fazlı	V: 6 - 480 V I: 50 mA - 120 A Cosφ : 1 - 0.25 (İnd. - Kap.) f: 45 - 63 Hz	50x10 ⁻⁶
Üç - Fazlı	V: 6 - 480 V I: 2 mA - 160 A Cosφ : 1 - 0.25 (İnd. - Kap.) f: 15 - 70 Hz	100x10 ⁻⁶

Zera elektrik sayacı test sisteminin referans standardı olan COM 303.01, üç-fazlı, 100×10^{-6} dan daha iyi doğruluğa sahip, 2 mA - 160 A ile 30 V - 500 V aralıklarıyla 40 Hz - 70 Hz frekans bandında ölçüm yapabilen standarttır [2] . COM 303.01'in üç fazı aynı anda (gerilimler paralel, akımlar seri bağlı iken) veya ayrı ayrı K2004 ile karşılaştırılmak suretiyle kalibrasyonu yapılmaktadır.

AC güç ve enerji ölçümlerinde şekil 3'de görülen izlenebilirlik zinciri vasıtasıyla, türetilmiş olan ac güç ve enerji büyüklüğünde izlenebilirlik en alt seviyeye kadar aktarılmış olmaktadır.

UME Güç ve Enerji Ölçümleri laboratuvarının ölçüm aralıkları ve belirsizlik değeri aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] "Information on Comparator K2004", Hamburg 76.
- [2] R.Friedl, G.Volkman, "PTB-Prüfregeln Elektrizitätszähler" PTB, Braunschweig, 1982.