

ENERJİ İLETİM SİSTEMLERİ

1.GİRİŞ

Elektrik enerji sistemleri geleneksel olarak, üretim, iletim ve dağıtım şeklinde incelenmektedir. Enerji iletim sistemleri, daha çok iletim kısmı ağırlıklı olmakla beraber, gerek üretim gerekse dağıtım ve yük modellerini de içeren analizleri kapsamaktadır.

Bölgümlere göre incelenecek konular ise şöyle sıralanabilir :

İkinci Bölüm : Fazör kavramı , R, L, C devreleri, akım, gerilim ve güç ifadeleri

Üçüncü Bölüm: İletim sistemlerinin modellenmesi, tek hat şeması, üç fazlı eşdeğer gösterilimler, tek fazlı eşdeğer gösterilimler, birim değerler, birim değerli eşdeğer gösterilimler

Dördüncü Bölüm: Enerji iletim hatları; kısa hatlar, orta uzunluktaki hatlar ve uzun hatların modellenmesi, nominal ve eşdeğer devreler, iki kapılı gösterilimler, A, B, C, D sabitleri, giriş ve çıkış elektriksel büyüklükleri arasındaki bağıntılar.

Beşinci Bölüm: Simetrikli bileşenler kavramı, ifadeler, dönüşüm matrisi, gerilim ve akım dengesizliklerine uygulanması, iletim sistemlerinin dizi bileşen devreleri

Altıncı Bölüm: Simetrik ve simetrik olmayan arızalar, üç-faz, faz-toprak, faz-faz, faz-faz-toprak, tek ve çift hat açma arızalarının modellenmesi, çözüm yöntemleri

Yedinci Bölüm: Bara admitans ve empedans matrisi kavram ve modelleri, sistem değişimlerinin modellere yansıtılması

Sekizinci Bölüm: Enerji iletimi, iki bara arasında güç transferi, yük akışı için temel kavramlar, bara tipleri, kontrol ve durum değişkenleri, çözüm yöntemleri-iteratif metodlar: Gauss-Seidell, Newton-Raphson, Decoupled, Fast Decoupled Yük Akışı Analizleri

Gerilim Seviyeleri :

Alçak Gerilim	Orta Gerilim	Yüksek Gerilim	Çok Yüksek Gerilim	Çok Çok Yüksek Gerilim
<i>Low Voltage</i>	<i>Medium</i>	<i>High</i>	<i>Extra High</i>	<i>Ultra High</i>
190 / 110 V	6 – 36 kV	66 kV	345 kV	1000 kV
380 / 220 V		138 kV	400 kV	1500 kV
440 V		154 kV	500 kV	
660 V		220 kV	765 kV	

2.FAZÖRLER

2.1. Gerilim ve Akım Fazörleri

Fazör : Sinüsoidal bir işaretin, genlik ve açı bilgisini içeren kompleks bir sayıdır.

$$v(t)=V_m \cdot \text{Sin}(\omega t + \alpha) , \quad i(t)=I_m \cdot \text{Sin}(\omega t + \beta)$$

$$e^{j\omega t} = \text{Cos}(\omega t) + j\text{Sin}(\omega t) ; \quad e^{j(\omega t + \alpha)} = \text{Cos}(\omega t + \alpha) + j\text{Sin}(\omega t + \alpha)$$

$$v(t) = \text{İmag}\{V_m[\text{Cos}(\omega t + \alpha) + j\text{Sin}(\omega t + \alpha)]\} = \text{İmag}\{V_m \cdot e^{j(\omega t + \alpha)}\}$$

$$v(t) = \sqrt{2} \cdot \text{İmag}\left\{\frac{V_m}{\sqrt{2}} \cdot e^{j(\omega t + \alpha)}\right\} = \sqrt{2} \cdot \text{İmag}\left\{\frac{V_m}{\sqrt{2}} \cdot e^{j\alpha} \cdot e^{j\omega t}\right\}$$

$$\text{Gerilim Fazörü : } \dot{V} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \quad \text{Akım Fazörü : } \dot{I} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

$$v(t) = \sqrt{2} \cdot \text{imag}\{\dot{V} \cdot e^{j\omega t}\} , \quad i(t) = \sqrt{2} \cdot \text{imag}\{\dot{I} \cdot e^{j\omega t}\}$$

$$\dot{V} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \cdot e^{j\alpha} = V_{\text{eff}} \cdot e^{j\alpha} = |V| \cdot e^{j\alpha} = |V| \cdot \angle\alpha = |V| \cdot (\text{Cos}\alpha + j\text{Sin}\alpha)$$

$$\dot{I} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cdot e^{j\beta} = I_{\text{eff}} \cdot e^{j\beta} = |I| \cdot e^{j\beta} = |I| \cdot \angle\beta = |I| \cdot (\text{Cos}\beta + j\text{Sin}\beta)$$

$$v(t) = \sqrt{2} \cdot \text{imag}\{\dot{V} \cdot e^{j\omega t}\} , \quad i(t) = \sqrt{2} \cdot \text{imag}\{\dot{I} \cdot e^{j\omega t}\}$$

2.2. Empedans ve Admitans Kavramları

2.2.1. Direnç Elemanı :

$$\text{Zaman domeninde tanım bağıntısı : } v(t)=R \cdot i(t)$$

$$\text{Fazörel tanım bağıntısı : } V=R \cdot I$$

2.2.2. Endüktans Elemanı :

$$\text{Zaman domeninde tanım bağıntısı : } v(t) = L \cdot \frac{di(t)}{dt}$$

$$\text{Fazörel tanım bağıntısı : } V=j\omega L \cdot I$$

2.2.3. Kapasitans Elemanı :

Zaman domeninde tanım bağıntısı : $v(t) = \frac{1}{C} \cdot \int i(t) dt$

Fazörel tanım bağıntısı : $\dot{V} = \frac{1}{j\omega C} \cdot \dot{I}$

2.2.4. Elemanların Sembolleri :

R (Omik Direnç) , $X_L = j\omega L$ (Endüktif Reaktans) , $X_C = \frac{1}{j\omega C}$ (Kapasitif Reaktans)

Empedans boyutunda olup birimleri ohm' dur

$G = \frac{1}{R}$ (İletkenlik; Siemens) , $\dot{Y}_L = \frac{1}{X_L} = \frac{1}{j\omega L}$, $\dot{Y}_C = \frac{1}{X_C} = j\omega C$

Admitans boyutunda olup birimleri siemens' tir

2.3. Seri R-L-C Devresi

Zaman domeninde aşağıdaki entegro-diferansiyel denklemin çözümü gereklidir :

$$v(t) = Ri(t) + L \cdot \frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{C} \cdot \int i(t) dt$$

Fazörel olarak büyüklükler yerine konursa;

$$\dot{V} = R \cdot \dot{I} + j\omega L \cdot \dot{I} + \frac{1}{j\omega C} \cdot \dot{I} = (R + j\omega L + \frac{1}{j\omega C}) \cdot \dot{I} = \dot{Z} \cdot \dot{I}$$

$\dot{Z} = (R + j\omega L + \frac{1}{j\omega C})$ Fazörel büyüklüğü toplam empedans olarak tanımlanır. Birimi Ohm dur.

2.4. Paralel R-L-C Devresi

Zaman domeninde aşağıdaki entegro-diferansiyel denklemin çözümü gereklidir :

$$i(t) = G \cdot v(t) + C \cdot \frac{dv(t)}{dt} + \frac{1}{L} \cdot \int v(t) dt$$

Fazörel olarak büyüklükler yerine konursa;

$$\dot{I} = G \cdot \dot{V} + j\omega C \cdot \dot{V} + \frac{1}{j\omega L} \cdot \dot{V} = (G + j\omega C + \frac{1}{j\omega L}) \cdot \dot{V} = \dot{Y} \cdot \dot{V}$$

$\dot{Y} = (G + j\omega C + \frac{1}{j\omega L})$ Fazörel büyüklüğü toplam admitans olarak tanımlanır. Birimi Siemens'tir.

2.5. Kompleks Güç İfadesi :

Akım ve Gerilim Fazörleri yardımıyla güç ifadesi ; $S=V \cdot I^*$, dan

$$S = |V| \cdot e^{j\alpha} \cdot (|I| \cdot e^{j\beta})^* = |V \cdot I| \cdot e^{j(\alpha-\beta)} = |V \cdot I| \cdot \cos(\alpha - \beta) + j|V \cdot I| \cdot \sin(\alpha - \beta)$$

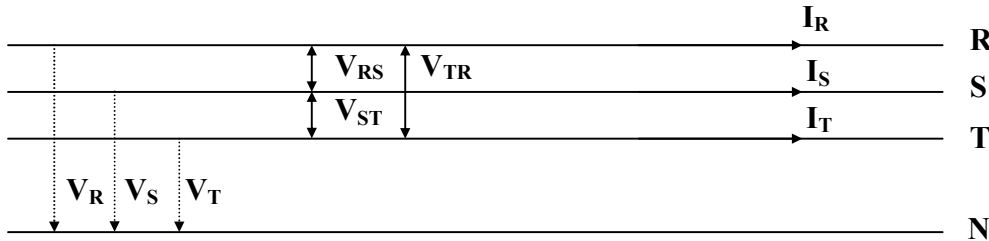
$$\varphi = \alpha - \beta$$

$$S = |V \cdot I| \cdot \cos(\varphi) + j|V \cdot I| \cdot \sin(\varphi) = P + jQ ;$$

S: Görünür Güç [VA] , P = V.I.Cosφ :Aktif Güç [W] , Q = V.I.Sinφ : Reaktif Güç [VAr]

$\alpha > \beta$ durumunda (yani akım gerilimden geri fazda ise) , çekilen yük Endüktif karakterli olacaktır. Denkleme göre : Endüktif Yük Pozitif Reaktif Güç Çekmektedir.

2.6. Üç Fazlı Devreler



İndisler :

V_L, V_H : V_R, V_S, V_T ; Faz Gerilimlerini (Faz – Nötr)
 V_{LL}, V_{HH} : V_{RS}, V_{ST}, V_{TR} ; Faz Arası Gerilimleri (Faz – Faz)

ifade etmektedir ve dengeli üç fazlı sistemlerde $V_{LL} = \sqrt{3} \cdot V_L$ kuralı geçerlidir.

I_L, I_H : I_R, I_S, I_T ; Faz (Hat) Akımlarını göstermektedir.

$$S_{3\phi} = 3 \cdot \dot{V}_H \cdot \dot{I}_H^* = 3 \cdot V_H \cdot I_H \cdot \cos\varphi + j3 \cdot V_H \cdot I_H \cdot \sin\varphi = P_{3\phi} + jQ_{3\phi}$$

$$S_{3\phi} = \sqrt{3} \cdot \dot{V}_{HH} \cdot \dot{I}_H^* = \sqrt{3} \cdot V_{HH} \cdot I_H \cdot \cos\varphi + j\sqrt{3} \cdot V_{HH} \cdot I_H \cdot \sin\varphi = P_{3\phi} + jQ_{3\phi}$$