

RLC ELEMANLARI İLE KAYNAKLARDAN OLUŞAN DEVRELERİN BOND GRAFLARLA ANALİZİ

Mustafa POYRAZ
Fırat Üniversitesi
E. Murat ESİN
Selçuk Üniversitesi

ÖZET

Bu yazıda RLC elemanları ile kaynaklardan oluşan devrelerin bond graf modeli ve bu model yardımıyla devrenin durum denklemi biçimindeki matematik modelinin elde edilmesi anlatılmıştır.

GİRİŞ

RLC devrelerinin halen bilinen birçok değişik analiz yöntemleri vardır. Geçici rejim söz konusu olduğunda problem sürekli rejime göre biraz daha karmaşık hale gelir. Geçici rejimin analizi en yaygın olarak durum denklemlerinin elde edilmesi ve bu denklemin çözülmesi şeklindedir. Bu tür matematik model; Topolojiden gidilerek devrenin bir uygun ağacının elde edilmesi ve bu uygun ağaçtaki temel kesitleme ve temel çevre denklemlerinden yararlanarak durum denkleminin elde edilmesi şeklindedir.^(1,2)

Bu yazıda yukarıda sözü edilen yöntemle bir alternatif olarak devrenin "BOND GRAF" modelinin bulunması ve bu modelden durum denkleminin elde edilmesi gösterilecektir.

ELEKTRİK DEVRESİNİN BOND GRAF MODELİNİN ELDE EDİLMESİ

Verilen bir elektrik devresinin bond grafını bulmak için Önce gözleme dayanarak çözme yoluna gidilir. Bu işlemde, devrenin 0-kapıları (düğümleri), 1-kapıları (çevreleri) ile TR (transformatör), JR (jirator) gibi iki kapılı elemanlarının yerleri belirlenir. Bu kapıların ve TR, JR gibi elemanların devre içindeki bağlantı yapıları gözönüne alınarak birer çizgi parçasıyla birbirlerine irtibatlandırılır. Her çizgi, bir kapıyı diğerine bağlayan bağlaç çizgisidir.¹³ Daha sonra devredeki aktif ve pasif tüm iki uçlu elemanlar ait oldukları 1-kapısı veya 0-kapısına bir bağlaç çizgisiyle bağlanır. Enerji akışı ilişkisini temsil eden bağlaç çizgilerinin,

enerji alan eleman yahut kapıya yakın uçlarına bir yarım ok konarak enerjinin akış yönü işaretlenir. Ok yönü aktif elemanlara ait bağlaçlarda kapıya, pasif elemanlara ait bağlaçlarda elemana doğrudur.¹⁴ Son olarak, nedensellik (kozalite) gereği, çaba değişkeni (gerilim) okunun ucunu temsil eden strok çizgileri, Tablo 1:1 yardımıyla yerleştirilir ve aranan bond graf modeli kurulmuş olur.⁽⁵⁾

BOND GRAF MODELİNDEN DURUM DENKLEMİNİN ELDE EDİLMESİ

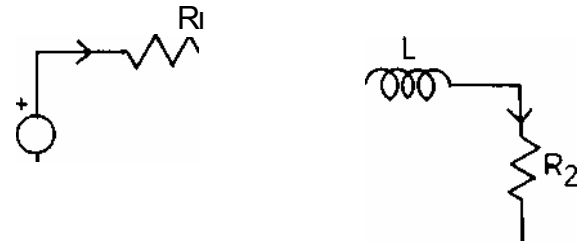
Bilindiği gibi elektrik devresinin 0-kapısındaki elemanlara ilişkin ortak değişken düğüm gerilimi, 1-kapısındaki elemanlara ilişkin ortak değişken çevre akımıdır 1 ve 0-kapılarındaki ortak değişkenleri, bu kapılara bağlı durum değişkenleri olabilecek endüktans akımı ve kapasite gerilimi cinsinden ifade edebiliriz. Durum değişkenlerinin doğrudan bağlı olmadığı 1 ve 0-kapıları için de durum değişkenleri veya onların türevleri cinsinden ifade edilmiş ortak değişkenler kullanılabilir. Geriye kalan elemanların akım veya gerilimleri, durum değişkenleri, bunların türevleri, kaynaklar ya da sabitler cinsinden yazılır. Bu işlemler yapılırken;

$$V_L(t) = L \cdot \frac{d i(t)}{dt}$$

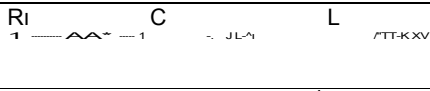
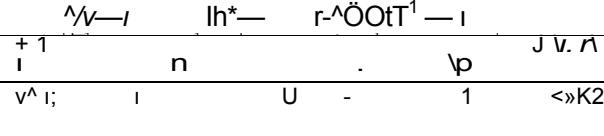
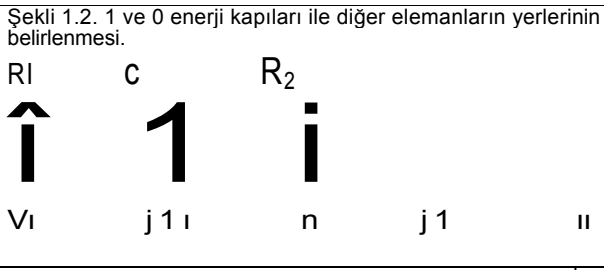
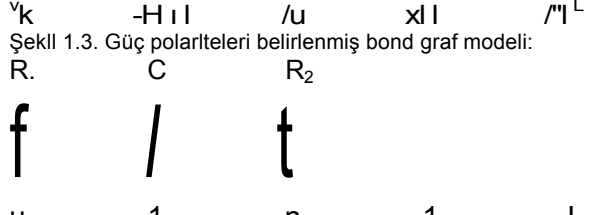
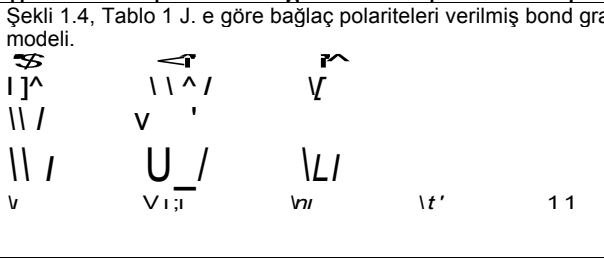
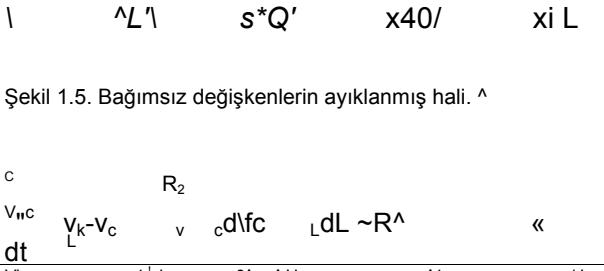
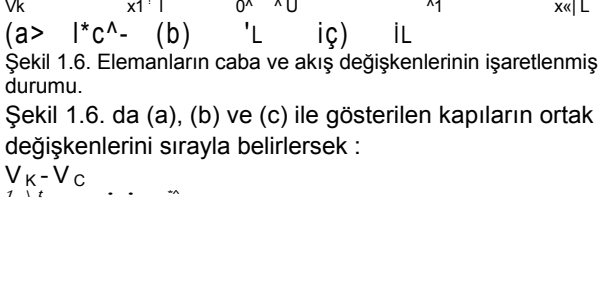
tanım bağıntıları ile diğer elemanlara ilişkin temel tanım bağıntıları kullanılır. Böylece hiçbir bağlaç çizgisi üzerinde bağımlı değişken kalmamış olur.

Durum değişkenlerinin bağlı olduğu 1-kapılarına ilişkin çevre (uygunluk), 0-kapılarına ilişkin düğüm (süreklilik) denklemleri yazılır. Bu denklemler yazılırken ok yönleri 0-kapısına doğruysa, bu elemana ilişkin değişkenin işareti artı, 0-kapısından dışarıya doğruysa eksi olarak alınır. 1-kapılarında tersine olarak ok yönü kapıya doğru ise artı, dışarı doğru ise bu elemana ilişkin gerilimin işareti eksi olarak alınır.⁽⁵⁾ Yazılan denklemlerin düzenlenmesiyle aranan durum denklemleri ortaya çıkar.

Bir uygulama olmak üzere, aşağıdaki devrenin bond graf modelini ve matematik modelinin bulunmasını ele alalım.



Şekil 1.1. Elektrik devresi

	<p>Bu devrelerde, i_L akımı ve V_C gerilimi devrenin durum değişkenlerini oluşturmaktadır. Ayrıca, 1 -kapısının ortak değişkeni $R - (V_C - V_r)/R_1$ de durum</p>
<p>Şekli 1.2. 1 ve 0 enerji kapıları ile diğer elemanların yerlerinin belirlenmesi.</p> 	<p>değişkeni cinsinden ifade edilmiştir. Buna göre (a) kapısı için uygunluk denklemini yazarsak; n</p>
<p>Şekil 1.3. Güç polariteleri belirlenmiş bond graf modeli:</p> 	<p>S $V_j - 0$ olacağından, $i = 1$ dV_r $(t) V_f - V_r - R_1(V + C - i - n - \wedge 1)$ $W_K - V_C - K - V - L - / - (\dots) dt$ (a) kapısındaki ortak değişken i_L olduğundan bunu diğer durum değişkenleri cinsinden; $V_K - V_C - dV_C$</p>
<p>Şekli 1.4, Tablo 1 J. e göre bağlaç polariteleri verilmiş bond graf modeli.</p> 	<p>$R_1 - L - dt$ Denklem (1.1) i düzenlersek, dV_r $V_r - 1 - 1$ $i - 4 - V - 11 - >$</p>
<p>Şekil 1.5. Bağımsız değişkenlerin ayıklanmış hali.</p> 	<p>$dt - CR_1 - C - L - CRT - K$ bulunur, (c) kapısı için benzer denklemi yazarak; dV_r $V_r - 1 - RT - 0 - M - \wedge$ $v - L - K - L - (- 3) dt$ bulunur ki düzenleyerek, $\wedge L - V_C - R_2 -$</p>
<p>Şekil 1.6. Elemanların caba ve akış değişkenlerinin işaretlenmiş durumu.</p> <p>Şekil 1.6. da (a), (b) ve (c) ile gösterilen kapıların ortak değişkenlerini sırayla belirlersek :</p> 	<p>$dt - L - L - L - (1/)$ denklemine ulaşılır. (1.2) ve (1.4) denklemlerinin matrisel biçimde yazıldığı (1.5) denklemi aranan durum denklemdir. $" F_i - 1 - 1 - r - r - 1 - 1 - (- 5)$ $V_r - V_r$ $" - CR, - C - L - CR, d - + - V_K - R_2$ $dt - " - T^1] [" - J - [^ \circ j$ SONUÇ</p>
<p>(a) $^*c^A -$ (b) $'L - i\dot{c}$ i_L</p> <p>Şekil 1.6. da (a), (b) ve (c) ile gösterilen kapıların ortak değişkenlerini sırayla belirlersek :</p> 	<p>Durum denklemleri çözüldüğünde, durum değişkenlerine bağlı olarak diğer elemanlara ilişkin akım ve gerilimler bağlaç çizgisinin üzerindeki (gelirim) ve altındaki (akım) bağıntılarından kolayca hesaplanabilir.</p>
<p>(b) kapısı için V_C gerilimi, (c) kapısı için ise i_L akımı olur.</p>	<p>Elemanlar arasındaki enerji ilişkisinin bu model üzerinde gözle görülür olması ve model üzerindeki bağıntılardan istenen elemana ait değişken değerinin durum değişkenine bağlı olarak hemen bulunabilmesi kayda değer bir avantaj olsa gerektir. Bond graf modelinin analog ve dijital simülasyonlara uygun olması da konunun bir başka önemli tarafıdır.</p>

Tablo 1.1 Bağlaç Bileşenleri

Eleman adı	Bond graf	Polari telenmiş bond graf	Tanım bağıntısı
Çaba kaynağı (gerilim kaynağı)			$e(t)=E(t)$
Akış kaynağı (akım kaynağı)			$f(t) = F(t)$
Rezistans	R	$R \leftarrow$	$e = \Phi_R(f)$ $f = \Phi_R^{-1}(e)$
Kapasitans	C	$C \leftarrow$	$e = \Phi_C^{-1}(\int f dt)$ $f = \frac{d}{dt}[\Phi_C(e)]$
İndüktans (inertans)		$L \leftarrow$	$f = \Phi_L^{-1}(\int e dt)$ $e = \frac{d}{dt}[\Phi_L(f)]$
Transformatör		$\begin{array}{c} 1 \rightarrow TF \rightarrow 2 \\ \rightarrow TF \rightarrow \end{array}$	$e_1 = m e_2 \quad f_2 = m f_1$ $f_1 = f_2 / m \quad e_2 = e_1 / m$
Jirator		$\begin{array}{c} 1 \rightarrow GY \rightarrow 2 \\ \rightarrow GY \rightarrow \end{array}$	$e_1 = r f_2 \quad e_2 = r f_1$ $f_1 = e_2 / r \quad f_2 = e_1 / r$
0-Kapısı		$\begin{array}{c} 1 \rightarrow 0 \leftarrow 2 \\ 3 \uparrow \end{array}$	$e_1 = e_2 = e_3$ $f_1 = -(f_2 + f_3)$
1- Kapısı		$\begin{array}{c} 1 \rightarrow 1 \leftarrow 2 \\ 3 \uparrow \end{array}$	$f_1 = f_2 = f_3$ $e_1 = -(e_2 - e_3)$

KAYNAKLAR

- (1) Dervişoğlu A., Elektrik Devrelerine Giriş Ders Notu, İ.T.O.,1983
- (2) Tokad Y., Devre Analizi Dersleri Kısım I, İ.T.Ü., 1976
- (3) Şen N., Bağlaç Diyagramları ile Dinamik Sistemlerin Mo-

del ve Simülasyonu, İ.T.Ü. Dergisi Cilt 35 Sayı 5,1977

- (4) Paynter *UM.*, Analysis And Design Of Engineering Systems, M.I.T. Press, Cambridge, Mass., 1961
- (5) Karnopp, D., Rosenberg R.C., Analysis And Simulation of Multiport Systems, M.J.T. Press, Cambridge, Mass., 1968

TMMOB Metarurji Mühendisleri Odası ve TMMOB Seydişehir İşyeri Temsilciliği ile Etibank Alüminyum İşletmesi Müessesesi Müdürlüğü arasında ortaklaşa düzenlenecek olan II. Ulusal Alüminyum Sanayii Kongresi 10-12 Ekim 1984 tarihlerinde Seydişehir Etibank Alüminyum Tesisleri'nde yapılacaktır.

Türkiye'de ve Dünya'da Alüminyum sektörünün durumu ve geleceğine ilişkin çeşitli teknik bildirilerin sunulacağı kongrede, sergi ve panel faaliyetleri ile sürdürülecek, teknik bildiriler kitap halinde basılarak ilgililenlere sunulacaktır.

ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI'NCA SEKSİYONER DİREĞİ VE DİREKTİFİ TRANSFORMATÖR MERKEZİ TİP PROJELERİ YAYIMLANDI

Elektrik enerjisi kullanımında ilgililerin yararlanması amacıyla, I. II. III. ve IV. Bölgeler için 15-34,5 kV gerilim ve 3 x Swallow iletkene göre Seksiyoner Direği ile, 400 kVA güç değerine kadar ölçü bölmesi ve kondansatör grubu ilaveli Direk Tipi Transformatör Merkezi tip projeleri Oda yayınları arasında hazırlanarak Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı onayından geçirilmiş ve yayımlanmıştır. Şube ve Temsilciliklerimizden elde edilir. Enerji projelerinde kullanılmak üzere diğer tip projeler ve proje kılavuz kitapçıkları hazırlanması için çalışmalar sürdürülmektedir.

SAYIN MESLEKTAŞLARIMA DUYURU :

Dönem, dönem teknik gelişimi izleyerek, halen yürüdükte olan şartnameler, iller Bankasının tip plan - Projeleri ile, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığından onaylı muhtelif özelliklerde projelerinde yer aldığı dokümanlarla.. Şehir ve Kasabalarda; O.G. - A.G. elektrik şebekeleri, E.NJ!lan ve fabrika tesislerinin projesinin yapılıp ilgili bakanlıktan onaylatılabilmesi için yapılması gerekenler, montaj safhasında ve kabulde dikkat edilecek hususlar ve bu işlemde kullanılacak malzemelerin tanımı ile işletme güvenliğine ilişkin hükümleri ve benzerlerini kapsayan "TEKNİK DERLEME" kitabı çıkmıştır. Bilgilerinize sunarım.

BİLAL AYTEN Elektrik Mühendisi

ÖDEMELİ İSTEME ADRESİ :

BİLAL AYTEN - BİL MÜHENDİSLİK
Marmara Sok. 28/6 Tel: 31 30 54 - 31 85 68
Y. Şehir katlı otopark yanı SIHHİYE - ANKARA

Fiyatı : 2.000.- TL.

