Electrical Circuits
Capacitors & inductors / ek

Kaynak temelli Türkçe çalışma notları

7 Kasım 2026

Okuma notu

Kavramlar İngilizce adları ve Türkçe karşılıklarıyla açıklanır. Kaynak kimlikleri dosya inceleme raporunda karşılık bulur. Hazırlık örnekleri ile çıkmış final soruları ayrı etiketlenmiştir. Güncel vize kapsamı resmi duyuruyla doğrulanmamıştır.

İçindekiler

1 Capacitors, Inductors and Scope-dependent Topics **2**

1.1 Capacitance: Charge ve voltage ilişkisi . . . 2
1.2 Geometry: Hoca vurgusu ve doğru yönler . . . 2
1.3 Series ve parallel capacitors . . . 2
1.4 Inductance: Current continuity . . . 3
1.5 Switching sorusu için üç ayrı zaman . . . 3
1.6 First-order response ve time constant . . . 3
1.7 Sinusoid parametreleri ve RMS . . . 4
1.8 Phasor ve impedance . . . 4
1.9 Çıkmış RL sinusoid örneği ve hatalı işaretli seçenek . . . 4
1.10 Vize için çalışma sırası . . . 4

1 Capacitors, Inductors and Scope-dependent Topics

Bu bölümün vizeyle ilişkisi

Bu tamamlayıcı bölüm Week 8–12 [K0186–K0187, K0222, K0180] ve final kâğıtlarına dayanır. Capacitors (kondansatörler), inductors (bobinler), switching (anahtarlama), sinusoids (sinüzoidler), phasors (fazörler) ve impedance (empedans) eski final sorularında belirgindir. Güncel vizeye dahil oldukları doğrulanmamıştır. Önce temel DC konularını bitir; bu bölümü güncel ders sınırına göre kullan. Diode, rectifier, transistor ve Zener bu Electrical Circuits paketinin konu anlatımına alınmamıştır.

1.1 Capacitance: Charge ve voltage ilişkisi

Capacitor, elektrik alanında energy depolar. İdeal ve sabit capacitance için $q = Cv$, dolayısıyla PSC ile:

$$i_C = C\frac{dv_C}{dt}, \qquad w_C = \frac{1}{2}Cv_C^2.$$

Capacitor voltage'ı aniden değişirse ideal modelde impulsive current gerekir. Sonlu current altında $v_C(0^+) = v_C(0^-)$. Current ise aniden değişebilir. Long-time DC steady state (uzun süre sonraki DC kararlı durum) altında $dv_C/dt = 0$, bu yüzden capacitor open circuit gibi davranır. Bu yalnızca o kararlı durum içindir; anahtarlama anında capacitor'u doğrudan open yapıp initial voltage'ı kaybetme.

1.2 Geometry: Hoca vurgusu ve doğru yönler

Parallel-plate capacitor (paralel levhalı kondansatör) için yaklaşık:

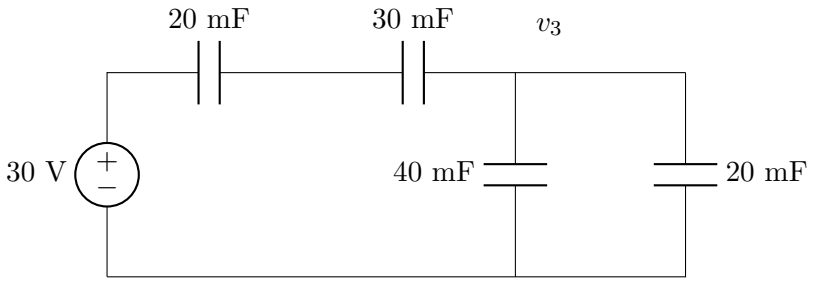
$$C = \epsilon_0\epsilon_r\frac{A}{d}.$$

Area A artarsa capacitance artar; spacing d artarsa azalır; permittivity ϵ_r artarsa artar. Bu yorumda diğer parametreler sabit tutulur.

! Hoca derste vurguladı [video ders 2 57:28–58:04]

Hoca levha yüzey alanının capacitance'a etkisini önceki dönem sınavında sorduğunu belirtiyor. Bu, temel Electrical Circuits ile ortak bir başlıktır. Ayrıca 13.01.2023 başlıklı final setindeki S11 aynı bağıntının yorumunu sorar [K0290]. Dosyadaki el işareti "all of above" olsa da doğru seçenek spacing arttığında C'nin azalmasıdır.

1.3 Series ve parallel capacitors



Parallel capacitor'ların voltage'ı aynıdır ve capacitance'ları toplanır: $C_p = \sum C_k$. Series capacitor'lar için $1/C_s = \sum 1/C_k$. Başlangıçta nötr, ara node'ları yalıtılmış bir series grupta charge büyüklüğü

aynıdır; voltage $V_k = Q/C_k$ olduğundan küçük capacitance daha fazla voltage taşır. Başlangıç charge'ları verilmişse bu basit eşit-charge varsayımı ayrıca kontrol edilir.

Örnek: 20 mF, 30 mF ve 60 mF series için equivalent 10 mF. 30 V altında $Q = C_{eq}V = 0.3$ C. Drops sırasıyla 15 V,10 V,5 V. 60 mF, parallel 40 mF ve 20 mF'den oluşabilir; o iki elemanın her birinde 5 V bulunur. Kaynak [K0290] S12–15.

1.4 Inductance: Current continuity

İdeal inductor manyetik alanda energy depolar. PSC ile:

$$v_L = L\frac{di_L}{dt}, \qquad w_L = \frac{1}{2}Li_L^2.$$

Sonlu voltage altında current aniden sıçramaz: $i_L(0^+) = i_L(0^-)$. Long-time DC steady state'te ideal inductor short circuit gibi davranır. Gerçek bobinde winding resistance (sargı direnci) vardır; bu yüzden "DC'de ideal L short, gerçek coil'de sargı direnci kalır" ayrımı yapılmalıdır.

Mutual coupling (karşılıklı endüktif bağlaşım) yoksa series inductance'lar toplanır; parallel için tersleri toplanır. Mutual coupling verilmişse bu basit formüller tek başına geçerli değildir. 2 H inductor current'ı doğrusal biçimde 0.5 s'de 3 A değişirse $v = L\Delta i/\Delta t = 12$ V; değişim doğrusal değilse bu hesap ortalama voltage verir.

1.5 Switching sorusu için üç ayrı zaman

$t = 0^-$ anahtarlama öncesi; $t = 0^+$ hemen sonrası; $t \to \infty$ yeni bağlantının uzun süre sonraki durumudur. Önce switch'in hangi konumda olduğunu ve önceki durumun uzun süre sürüp sürmediğini oku. Ardından:

1. 0^- DC steady state için C open, L short yap; $v_C(0^-)$ ve $i_L(0^-)$ bul.
2. Continuity ile $v_C(0^+)$ ve $i_L(0^+)$ değerlerini taşı.
3. Yeni devrenin final DC durumunu çöz; $v_C(\infty)$ ve $i_L(\infty)$ bul.
4. First-order devrede resistance seen by storage element ile time constant bul.

Bir capacitor'un continuity'si voltage içindir, current değil. Bir inductor'un continuity'si current içindir, voltage değil. Bu iki kuralı değiştirmek switching sorularının en yaygın hatasıdır.

1.6 First-order response ve time constant

Tek bağımsız energy-storage state içeren doğrusal RC/RL devresinde:

$$x(t) = x(\infty) + [x(0^+) - x(\infty)]e^{-t/\tau}.$$

RC için $\tau = R_{seen}C$; RL için $\tau = L/R_{seen}$. R_{seen} bulunurken independent source'lar kapatılır, dependent source varsa test source uygulanır. $t = \tau$'da başlangıç ile final arasındaki farkın %36.8'i, 5τ'da yaklaşık %0.67'si kalır.

Örnek: 10 V source, 2 Ω series resistance üzerinden 7 F capacitor'u beslesin. Önce switch açık ve uzun süre sonra $v_C(0^-) = 10$ V. $t = 0$'da capacitor'a parallel 2 Ω branch bağlansın. Yeni final voltage divider'dan 5 V; $R_{seen} = 2 \parallel 2 = 1\Omega$, $\tau = 7$ s. Response $v_C(t) = 5 + 5e^{-t/7}$ V. Capacitor başlangıçta 10 V'u korur, sonra 5 V'a iner. Bu, 2021 final Q16–17'nin topology'sine göre açıklayıcı çözümdür [EK-R1,EK-R2].

1.7 Sinusoid parametreleri ve RMS

$v(t) = V_m \cos(\omega t + \phi)$ için peak (tepe) V_m, angular frequency (açısal frekans) ω, phase (faz) ϕ'dir. $\omega = 2\pi f$, $T = 1/f$. Sıfır DC offset'li saf sinusoid için $V_{rms} = V_m/\sqrt{2}$. RMS (root mean square, etkin değer) ile instantaneous value (anlık değer) aynı değildir.

Örneğin $15\sin(4\pi t + 45°)$ için $\omega = 4\pi \simeq 12.57$ rad/s, $f = 2$ Hz, $T = 0.5$ s. 15 peak değeridir; RMS yaklaşık 10.607'dir. Fazı karşılaştırmadan önce iki ifadeyi aynı sin/cos tabanına ve pozitif amplitude'a dönüştür.

1.8 Phasor ve impedance

Sinusoidal steady state'te aynı angular frequency'ye sahip doğrusal devre için türev işlemi $j\omega$ ile çarpmaya dönüşür. Peak veya RMS phasor kullanılabilir; bütün devrede aynı convention korunmalıdır:

$$Z_R = R, \qquad Z_L = j\omega L, \qquad Z_C = \frac{1}{j\omega C} = -\frac{j}{\omega C}.$$

Series impedance'lar toplanır; parallel impedance'ların tersleri toplanır. Voltage divider bu kez $V_k = V_s Z_k / \sum Z$ olur. Inductor'da voltage current'ı 90 derece leads (önder); capacitor'da current voltage'ı 90 derece leads. Frequency arttıkça $|Z_L|$ artar, $|Z_C|$ azalır.

1.9 Çıkmış RL sinusoid örneği ve hatalı işaretli seçenek

13.01.2023 final setinde $v_s = 20\sin(10t + 30°)$ V, $R = 4\Omega$, $L = 0.2$ H [K0290 S2–3]. $Z = 4 + j2 = \sqrt{20}\angle 26.565°\Omega$:

$$i(t) = 4.472\sin(10t + 3.435°) \text{ A}.$$

Inductor voltage'ı current'tan 90 derece önde: $v_L(t) = 8.944\sin(10t + 93.435°)$ V. Sorudaki el işaretinin S3'te 100 A'lik bir şıkkı seçmesi doğru çözüm kanıtı değildir; doğru current amplitude $20/\sqrt{20} = 4.472$ A'dir.

1.10 Vize için çalışma sırası

Bu bölümdeki capacitor/inductor tanımları temel kavramlara katkı sağlar. Switching ve phasor başlıkları ise dersin güncel sınırında yoksa vize çalışmasının önüne alınmamalıdır. Arşivde final sorusu olması bir konunun vizede sorulduğunu kanıtlamaz. Ana DC konularını ve yeni sınıf fotoğraflarındaki Nodal/Loop denklemlerini önce tamamla.

Kendini sına

1) 2 F capacitor 120 V altında kaç C charge taşır? 2) 4 H ve 12 H parallel, mutual coupling yoksa equivalent? 3) $R = 2$ kΩ, $C = 100\,\mu$F için τ? 4) Frequency iki katına çıkarsa capacitor impedance büyüklüğü ne olur?

Çözüm

1) $q = CV = 240$ C. 2) $L_{eq} = 4 \cdot 12/(4 + 12) = 3$ H. 3) $\tau = 2000 \cdot 100 \times 10^{-6} = 0.2$ s. 4) Yarısına iner. İdeal capacitor DC steady state'te open; ideal inductor DC steady state'te short davranır.