



TOBB ETÜ

Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi
TOBB EKONOMİ VE TEKNOLOJİ ÜNİVERSİTESİ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
2021-22 GÜZ DÖNEMİ
ELE 202 – DEVRE ANALİZİ II
FİNAL SINAVI

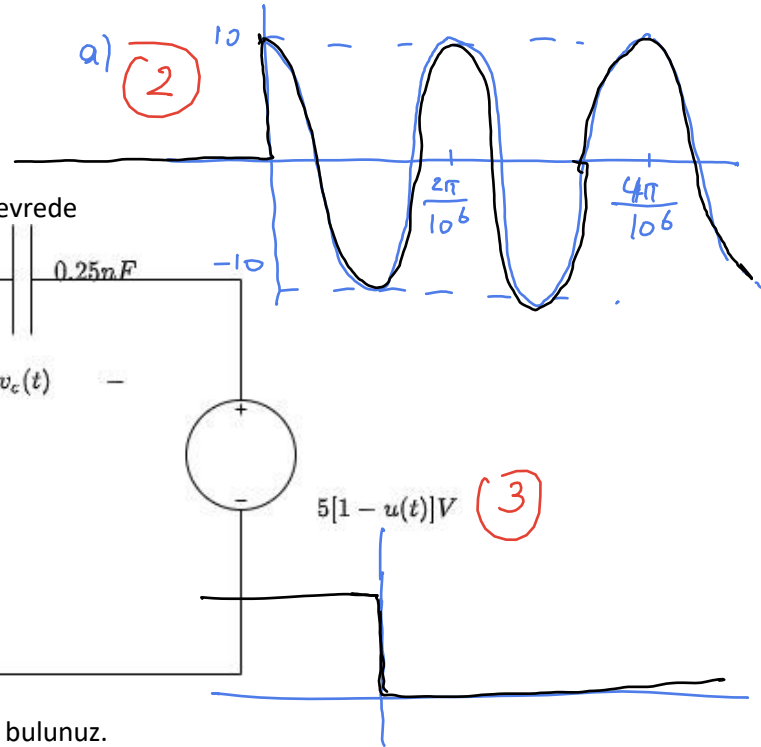
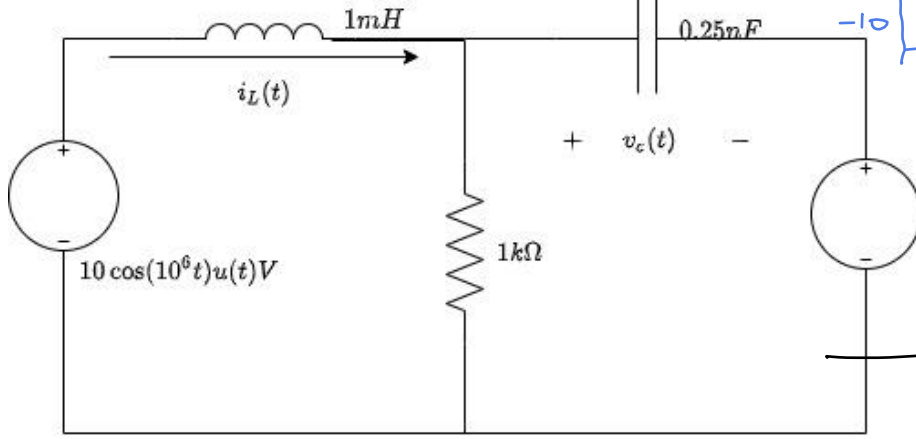
Ad Soyad: Tolga Girici

Numara:

İmza:

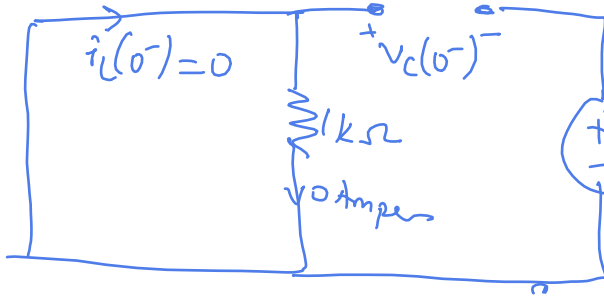
Soru	Sorunun Puanı	Öğrencinin Notu
1	25	
2	25	
3	25	
4	25	
Toplam	100	

Soru 1) [MÜDEK Çıktı 1.a,1.b] [25 puan] Aşağıdaki devrede



- a) [5p] Gerilim kaynaklarının grafiğini çiziniz
b) [5p] Başlangıç değerleri $i_L(0^-)$ ve $v_c(0^-)$ 'yi bulunuz.
c) [15p] $i_L(t)$ ve $v_c(t)$ 'yi bulunuz.

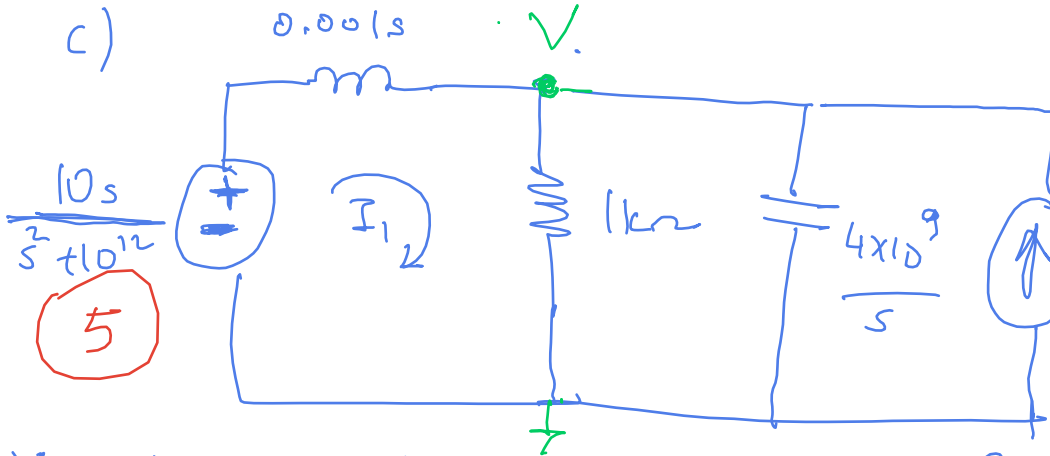
b) $t=0^-$: Devreden akım geçmez.



(2) $i_L(0^-) = 0$

(3) $v_c(0^-) = -5$

c)



$\frac{1}{50.25 \times 10^{-9}}$

$I = \frac{5CV - Cv_0}{sC}$
 $\frac{I + Cv_0}{sC}$
 -1.25×10^{-9}

$V - \frac{10s}{s^2 + 10^{12}} + \frac{V}{1000} + \frac{Vs}{4 \times 10^9} + 1.25 \times 10^{-9} = 0$

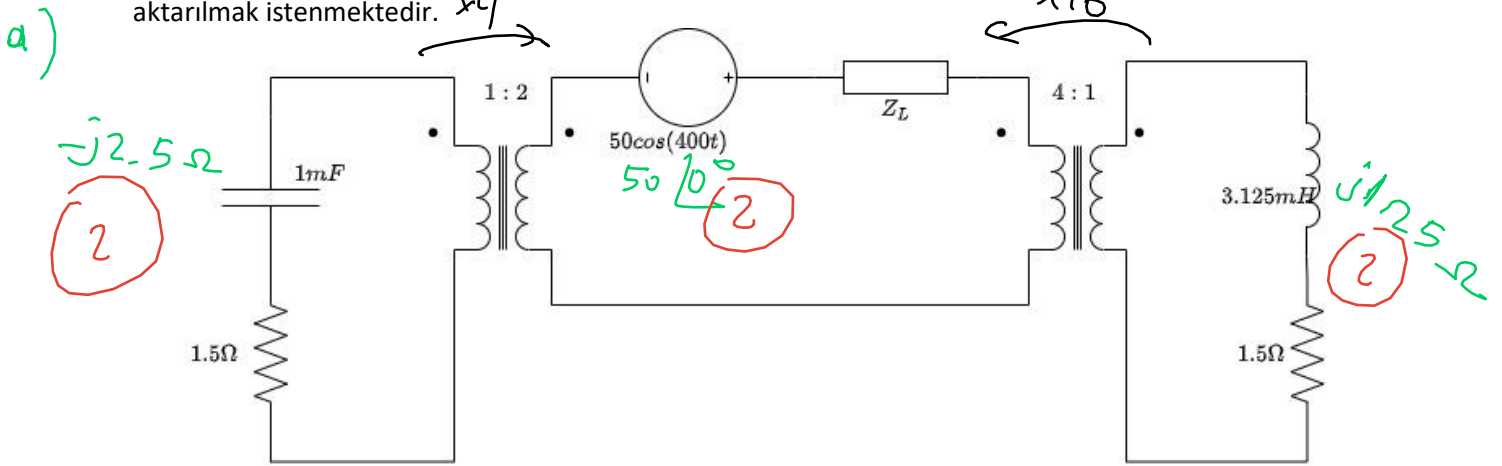
$V \left[\frac{1000}{s} + \frac{1}{1000} + \frac{s}{4 \times 10^9} \right] = \frac{10^4}{s^2 + 10^{12}} - 1.25 \times 10^{-9}$

$V \left(\frac{4 \times 10^{12} + 4 \times 10^6 s + s^2}{4 \times 10^9 s} \right) = \frac{10^4}{s^2 + 10^{12}} - 1.25 \times 10^{-9}$

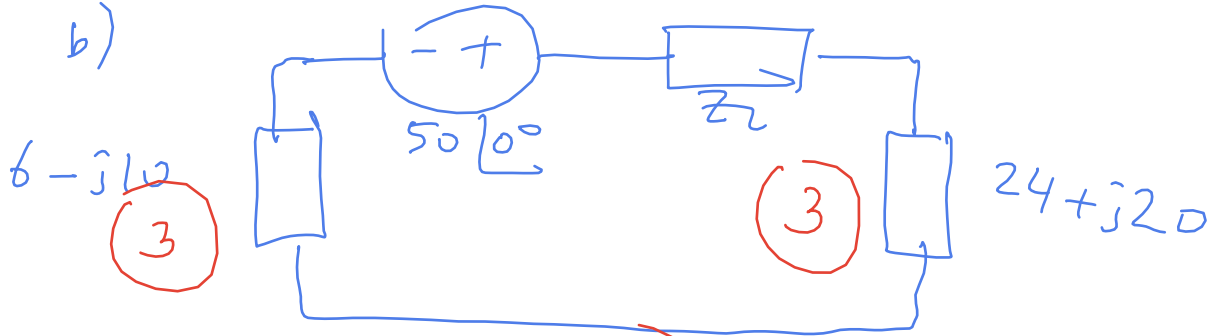
$V = \frac{4 \times 10^{13} s}{(s + 2 \times 10^6)^2 (s^2 + 10^{12})} - \frac{5 s}{(s + 2 \times 10^6)^2}$

(5)

Soru 2) [MÜDEK Çıktı 1.a,1.b] [25 puan] Aşağıdaki devrede Z_L yüküne maksimum ortalama güç aktarılacak istenmektedir.



- a) [6p] Devre elemanlarının fazör eşdeğerlerini devrenin üstüne yazınız.
b) [9p] Yüke maksimum ortalama güç aktarılması için Z_L yükü ne olmalıdır?
c) [4p] Bu durumda yüke aktarılan ortalama güç nedir? Reaktif güç nedir?
d) [6p] Trafoların 3 tane uygulamasını belirtiniz.



$$Z_{Th} = 30 + j10 \quad (3) \quad Z_L^* = 30 - j10 \Omega$$

c) $V_{Th} = 50$ (2) $P_{max} = \frac{50^2}{8 \times 30} = \frac{250}{24} W = 10.42$ (2)
 $I = \frac{50}{60} \rightarrow 0.83 = \frac{1}{2} \left(\frac{5}{6} \right)^2 10 = 3.47$ (3)

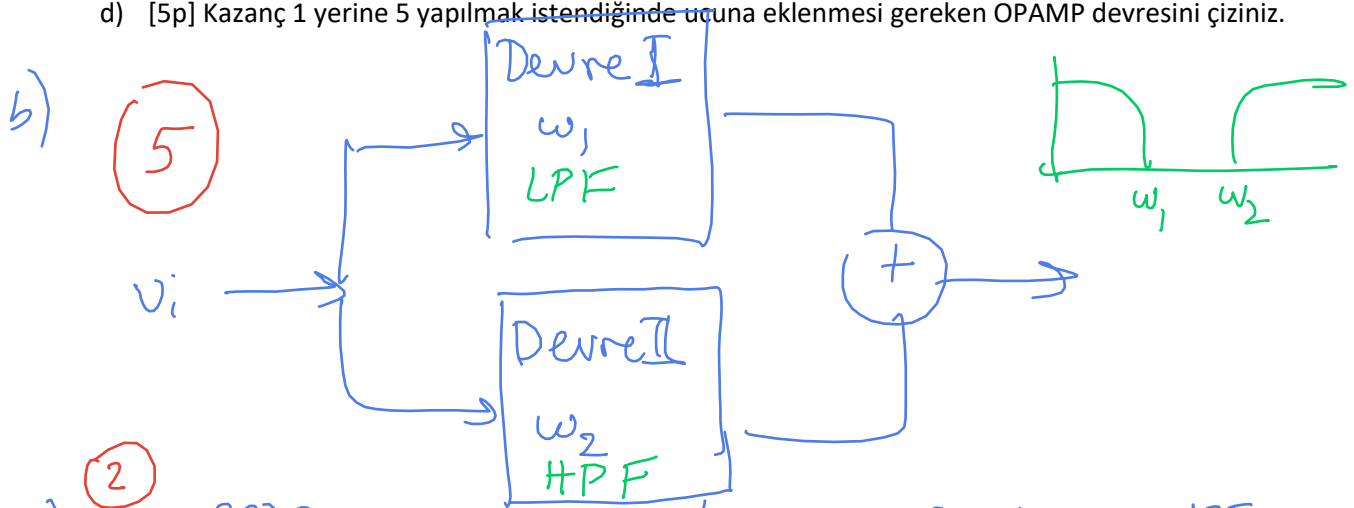
- d)
- Elektrik Dağıtım (2)
 - Empedans uyumlama (2)
 - İzolasyon (2)

a) Devre I : Alçak geçiren filtre {transfer fonksiyonundan anlaşıyor} (1)
 Devre II : Yüksek " " " " ikinci derece filtre

Soru 3) [25 puan, P.Ç. 1,2,3] Aşağıda iki devre verilmiştir.

Devre I T.F. : $H(s) = \frac{1}{C_1 C_2 R_1 R_2} \frac{1}{\frac{1}{s(R_1 + R_2)} + s^2}$ Kesim frekansı $\omega_c = \sqrt{\frac{1}{C_1 C_2 R_1 R_2}}$	Devre II TF: $H(s) = \frac{s^2}{\frac{1}{C_3 C_4 R_3 R_4} + \frac{s^1 (C_3 + C_4)}{R_4 C_3 C_4} + s^2}$ Kesim frekansı $\omega_c = \sqrt{\frac{1}{C_3 C_4 R_3 R_4}}$
--	---

- a) [5p] Devre I ve II'nin her biri kaçinci derece filtredir. Ne tür filtredir? Kısaca açıklayınız.
- b) [5p] Bu iki devre kullanılarak (ω_1, ω_2) bant durduran filtre nasıl yapılır. Basit bir blok şeması ile gösteriniz.
- c) [10p] Kazanç 1 ve kesim frekansları 3979Hz ve 19894Hz olan ikinci derece bant durduran Butterworth filtresi tasarlayınız. Butterworth filtresi alçak geçiren filtre genel formu $H(s) = \frac{Kb\omega_c^2}{s^2 + a\omega_c s + b\omega_c^2}$, yüksek geçiren filtre genel formu ise $\frac{Ks^2}{s^2 + \frac{a}{b}\omega_c s + \frac{\omega_c^2}{b}}$ şeklindedir. $a = \sqrt{2}, b = 1$ olmalıdır.
- d) [5p] Kazanç 1 yerine 5 yapılmak istendiğinde uuna eklenmesi gereken OPAMP devresini çiziniz.



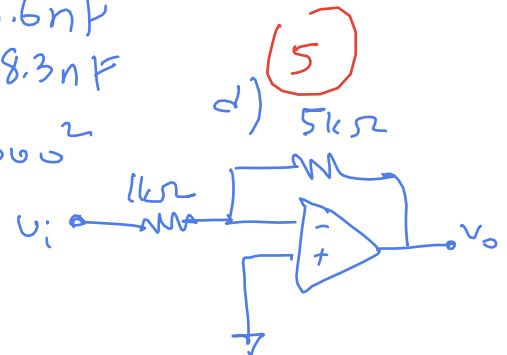
c) $\omega_1 = 3979 \times 2\pi = 25000 \text{ rad/sn}$ $\omega_2 = 19894 \times 2\pi = 125000 \text{ rad/sn}$

(2) $\frac{1}{C_1} \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} = 25000 = \sqrt{2}$ $\frac{1}{C_1 C_2 R_1 R_2} = 25000^2$ (2)

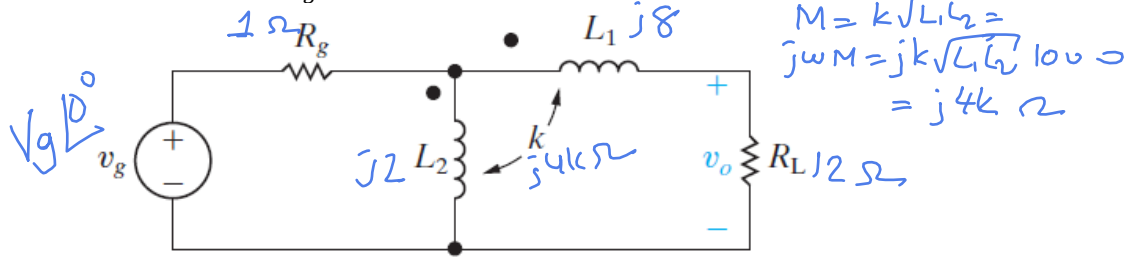
(2) $R_1 = R_2 = 1000 \Omega$ alalım $C_1 = 56.6 \text{ nF}$
 $C_2 = 28.3 \text{ nF}$

$\frac{1}{R_4} \frac{C_3 + C_4}{C_3 C_4} = 125000 = \sqrt{2}$ $\frac{1}{C_3 C_4 R_3 R_4} = 125000^2$

(2) $C_3 = C_4 = 1 \text{ nF}$ alalım
 $R_3 = 5.66 \text{ k}\Omega$ $R_4 = 11.3 \text{ k}\Omega$



Soru 4) [25 puan, P.Ç. 1,2,] Aşağıdaki devrenin girdisi $v_g(t)$ ve çıktısı $v_o(t)$ 'dir. $L_1 = 8mH, L_2 = 2mH, R_g = 1\Omega$, ve $R_L = 12\Omega$ 'dur. $v_g, \omega = 1000$ açılal frekanslı sinüzoidal bir sinyaldir.



- a) [8p] İki çevre denklemini aşağıdaki formatta yazınız (k 'yı k olarak bırakın). Yani, $a_{11}, a_{12}, a_{21}, a_{22}, b_1, b_2$ sayılarını bulun. I_1, I_2 çevre akımlarıdır.

$$\begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix}$$

- b) [10p] $\frac{v_o}{v_g}$ transfer fonksiyonunun değeri k cinsinden bulunuz.
c) [3p] Transfer fonksiyonunun sıfır olmasını istiyoruz. k değeri ne olmalıdır?
d) [4p] (c) şıkında bulduğunuz k değeri için R_g, L_2, L_1, R_L devre elemanlarında harcanan ortalama güçler sırasıyla nedir?

$$(3) V_g = I_1 + j2(I_1 - I_2) + j4k I_2$$

$$(3) j2(I_1 - I_2) + j4k I_2 = j8 I_2 + j4k(I_1 - I_2) + 12 I_2$$

$$(2) \begin{bmatrix} b_1 \rightarrow V_g \\ b_2 \rightarrow 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix}$$

$$b) I_1 = I_2 \frac{(j10 - j8k + 12)}{j2 - j4k}$$

$$(2) V_g = I_2 \left[\frac{(1+j2)(j10 - j8k + 12)}{j2 - j4k} + j4k - j2 \right]$$

$$(2) = I_2 \left[\frac{j10 - j8k + 12 - 20 + 16k + j24 - 8k + 4 + 16k^2 - 8k}{j2 - j4k} \right]$$

$$(2) = I_2 \left[\frac{j(34 - 8k) + 16k^2 - 4}{j2 - j4k} \right] \Rightarrow V_o = \frac{12 V_g (j2 - j4k)}{j(34 - 8k) + 16k^2 - 4}$$

$$c) 2 = 4k \Rightarrow k = 0.5 \text{ olmalı } (3)$$

$$d) I_2 = 0, I_1 = 0 \text{ olur. (TF=0 olduğundan)}$$

$$(4) \text{ akım geçmediğinden, ortalama güçler sıfır olur. } L_1, L_2 \text{ zaten sıfır ort. güç.}$$

Faydalı olabilecek eşitlikler

1. Empedanslar: $R, j\omega L, \frac{j}{\omega C}$
2. İdeal Trafo: $\left| \frac{V_1}{N_1} \right| = \left| \frac{V_2}{N_2} \right|$, $|I_1 N_1| = |I_2 N_2|$, iki gerilim noktalı tarafta aynı işaretli olursa pozitif, olmazsa negatif. İki akım da noktalı taraftan girerse veya çıkarsa pozitif, aksi durumda negatif.
3. A-b uçları arasındaki Thevenin empedansı $Z_{Th} = V_{Th}/I_{Th}$
4. Diğer yöntem a-b uçlarına V_T test gerilimi bağlanıp bağımsız kaynaklar sıfırlanır
 - a. Diğer yöntem, a-b uçlarına test gerilimi bağlanıp diğer bağımsız kaynaklar sıfırlanır
 $Z_{Th} = V_T/I_T$
5. Kompleks güç r.m.s. için $S = VI^* = |I|^2 Z$ Kompleks güç $S = P + jQ$
6. Güç faktörü $g_f = \cos(\theta_v - \theta_i)$. $\theta_v - \theta_i > 0$ ise takip eden , aksi durumda önde giden g.f.
7. Maksimum aktif güç aktarımı için $Z_L = Z_{Th}^*$ olmalı. Bu durumda r.m.s. için $P_{max} = \frac{|V_{Th}|^2}{4R_{Th}}$
8. Ortak endüktans $M = k\sqrt{L_1 L_2}$
9. Doğrusal trafo nokta kuralı
10. Enerji $0.5L_1 i_1(t)^2 + 0.5L_2 i_2(t)^2 + M i_1(t) i_2(t)$
11. Standart pasif filtreler
 - a. RL filtresi: Kesim frekansı $\frac{R}{L}$
 - b. RC filtresi: Kesim frekansı $\frac{1}{RC}$
 - c. Seri RLC filtresi: Merkez frekansı $\sqrt{\frac{1}{LC}}$, bant genişliği $\frac{R}{L}$
 - d. Kalite faktörü= Merkez frekansı bölü bant genişliği
 - e. $\omega_o = \sqrt{\omega_{c1} \omega_{c2}}$
12. Laplace eşdeğer devresi için kullanılacak denklemler
 - a. $v_L(t) = L \frac{di_L(t)}{dt} \rightarrow V_L(s) = sL I_L(s) - Li_L(0^-)$, $I_L(s) = \frac{V_L(s)}{sL} + \frac{i_L(0^-)}{s}$
 - b. $i_C(t) = C \frac{dv_C(t)}{dt} \rightarrow I_C(s) = sC V_C(s) - Cv_C(0^-)$, $V_C(s) = \frac{I_C(s)}{sC} + \frac{v_C(0^-)}{s}$

Table of Laplace Transforms

$f(t)$	$F(s) = \mathcal{L}\{f\}(s)$
1	$\frac{1}{s}, s > 0$
e^{at}	$\frac{1}{s-a}, s > 0$
$t^n, n = 1, 2, \dots$	$\frac{n!}{s^{n+1}}, s > 0$
$\sin bt$	$\frac{b}{s^2 + b^2}, s > 0$
$\cos bt$	$\frac{s}{s^2 + b^2}, s > 0$
$e^{at} t^n, n = 1, 2, \dots$	$\frac{n!}{(s-a)^{n+1}}, s > a$
$e^{at} \sin bt$	$\frac{b}{(s-a)^2 + b^2}, s > a$
$e^{at} \cos bt$	$\frac{s-a}{(s-a)^2 + b^2}, s > a$