به نام خرد

دانشگاه گیلان دانشکده مهندسی مکانیک	**کنترل اتوماتیک** **مدرس: علی چائی‌بخش**	**آزمون میان‌ترم اول**

سرفصل‌های آزمون (مرجع: مهندسی کنترل مدرن، کاتسوهیکو اوگاتا)

فصل ۱ — مقدمه‌ای بر سیستم‌های کنترل: تعریف سیستم، ورودی و خروجی، متغیر حالت، سیستم‌های استاتیکی و دینامیکی، سیستم‌های خطی و غیرخطی، حلقه‌باز و حلقه‌بسته.

فصل ۲ (بخش‌های ۲–۲ و ۲–۳) — تابع تبدیل: تعریف تابع تبدیل و مرتبهٔ سیستم.

فصل ۳ — مدل‌سازی ریاضی سیستم‌های مکانیکی و الکتریکی: سیستم‌های انتقالی و دورانی، جعبه‌دنده و تبدیل امپدانس مکانیکی، موتور جریان مستقیم، مدارهای الکتریکی، تشابه (آنالوژی) الکتریکی–مکانیکی، و خطی‌سازی مدل‌های غیرخطی (بخش ۳–۱۰).

فصل ۴ — مدل‌سازی سیستم‌های سیالاتی و حرارتی: سیستم‌های سطح مایع، مقاومت و ظرفیت سیالاتی، مقاومت و ظرفیت حرارتی، سیستم‌های حرارتی چندظرفیتی.

راهنمای پاسخ‌گویی

این برگه شامل **۱۰ سؤال چندگزینه‌ای** است؛ هر سؤال 0.2 **نمره** و مجموعاً 2 **نمره** از نمرهٔ نهایی درس را دارد. برای هر سؤال **تنها یک گزینه** صحیح است. پاسخ هر سؤال را فقط به صورت شمارهٔ گزینه (عددی بین ۱ تا ۱۰) در فرم پاسخ ثبت نمایید و نمرهٔ منفی وجود ندارد.

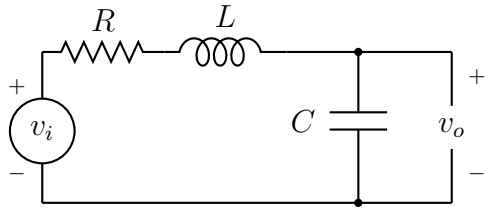
این آزمون **غیرحضوری** است؛ استفاده از ماشین‌حساب مهندسی، جزوهٔ درس و کتاب مرجع مجاز است، اما پاسخ‌ها باید حاصل کار شخصی هر دانشجو باشد. در تمام سؤالات واحدها در دستگاه SI فرض شده‌اند.

۱) مخزنی با سطح مقطع ثابت $A = 2\ \mathrm{m}^2$ را در نظر بگیرید. دبی ورودی مخزن q و دبی خروجی آن از رابطهٔ غیرخطی $q_{\mathrm{out}} = c\sqrt{h}$ با $c = 1$ پیروی می‌کند که در آن h ارتفاع مایع است. در نقطهٔ کار، دبی ورودی ثابت و برابر $\bar{q} = 2\ \mathrm{m}^3/\mathrm{s}$ است. اگر مدل را حول این نقطهٔ کار خطی کنیم، **ثابت زمانی** سیستم خطی‌شده چند ثانیه است؟

۱) 0.5 **۲)** 1 **۳)** 2 **۴)** 4 **۵)** 5

۶) 6 **۷)** 8 **۸)** 10 **۹)** 16 **۱۰)** 32

۲) در مدار شکل (۱) مقادیر $R = 3\ \Omega$، $L = 1\ \mathrm{H}$ و $C = 0.25\ \mathrm{F}$ است. ضریب میرایی ζ و فرکانس طبیعی ω_n تابع تبدیل $V_o(s)/V_i(s)$ به ترتیب کدام‌اند؟



شکل (۱)

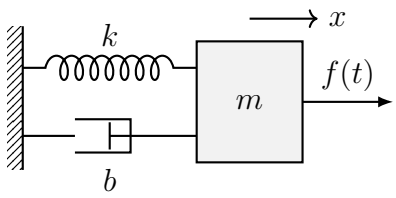
۱) $\zeta = 0.25,\ \omega_n = 2$ ۲) $\zeta = 0.375,\ \omega_n = 4$ ۳) $\zeta = 0.375,\ \omega_n = 2$

۴) $\zeta = 0.5,\ \omega_n = 2$ ۵) $\zeta = 0.75,\ \omega_n = 2$ ۶) $\zeta = 0.75,\ \omega_n = 4$

۷) $\zeta = 0.6,\ \omega_n = 2.5$ ۸) $\zeta = 1.5,\ \omega_n = 1$ ۹) $\zeta = 1.5,\ \omega_n = 2$

۱۰) $\zeta = 3,\ \omega_n = 4$

۳) برای سیستم مکانیکی شکل (۲) با $m = 4\ \text{kg}$، $k = 2\ \text{N/m}$ و $b = 0.5\ \text{N}\cdot\text{s/m}$، مدار الکتریکی معادل را با تشابه نیرو–جریان (نیرو ≡ جریان، سرعت ≡ ولتاژ) بنویسید. مقادیر عناصر مدار معادل موازی به ترتیب کدام‌اند؟



شکل (۲)

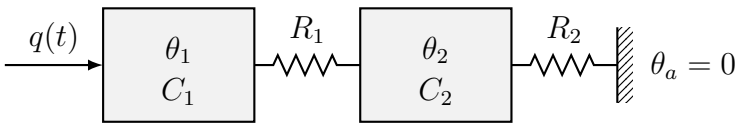
۱) $C = 4,\ L = 2,\ R = 0.5$ ۲) $C = 0.25,\ L = 0.5,\ R = 2$ ۳) $C = 4,\ L = 0.5,\ R = 0.5$

۴) $C = 2,\ L = 4,\ R = 0.5$ ۵) $C = 0.5,\ L = 4,\ R = 2$ ۶) $C = 4,\ L = 2,\ R = 2$

۷) $C = 2,\ L = 0.5,\ R = 2$ ۸) $C = 4,\ L = 0.5,\ R = 2$ ۹) $C = 0.25,\ L = 2,\ R = 0.5$

۱۰) $C = 0.5,\ L = 0.25,\ R = 4$

۴) در سیستم حرارتی شکل (۳)، $C_1 = C_2 = 1$ و $R_1 = R_2 = 1$ و دمای محیط صفر فرض شده است. گرمای ورودی $q(t)$ تنها به مخزن اول وارد می‌شود. تابع تبدیل $\Theta_1(s)/Q(s)$ کدام است؟



شکل (۳)

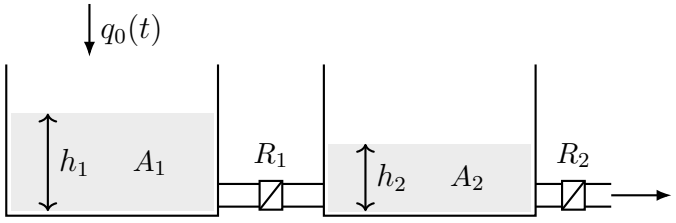
۱) $\dfrac{1}{s^2+3s+1}$ ۲) $\dfrac{1}{s^2+3s+2}$ ۳) $\dfrac{s+1}{s^2+3s+1}$

۴) $\dfrac{s+2}{s^2+2s+1}$ ۵) $\dfrac{s+2}{s^2+3s+2}$ ۶) $\dfrac{s+2}{s^2+3s+1}$

۷) $\dfrac{s+1}{s^2+2s+1}$ ۸) $\dfrac{2s+1}{s^2+3s+1}$ ۹) $\dfrac{1}{s^2+2s+1}$

۱۰) $\dfrac{s+2}{s^2+s+1}$

۵) در سیستم دو مخزنی شکل (۴)، سطح مقطع هر دو مخزن $A_1 = A_2 = 1\ \mathrm{m}^2$ و مقاومت شیرها $R_1 = 1$ و $R_2 = 2$ است. جریان خروجی هر شیر متناسب با اختلاف ارتفاع دو طرف آن (مدل خطی) در نظر گرفته می‌شود. تابع تبدیل $H_2(s)/Q_0(s)$ کدام است؟



شکل (۴)

۱) $\dfrac{1}{s^2+2s+0.5}$ **۲)** $\dfrac{1}{s^2+2.5s+1}$ **۳)** $\dfrac{2}{s^2+2.5s+0.5}$

۴) $\dfrac{1}{s^2+1.5s+0.5}$ **۵)** $\dfrac{s+1.5}{s^2+2.5s+0.5}$ **۶)** $\dfrac{1}{s^2+3s+0.5}$

۷) $\dfrac{0.5}{s^2+2.5s+0.5}$ **۸)** $\dfrac{1}{s^2+2.5s+1.5}$ **۹)** $\dfrac{1}{s^2+2.5s+0.5}$

۱۰) $\dfrac{1}{s^2+2s+1}$

۶) یک موتور جریان مستقیم تحریک‌آرمیچری با مشخصات زیر داده شده است:

$$R_a = 1\ \Omega,\quad L_a \simeq 0,\quad K_t = 0.5\ \tfrac{\mathrm{N\cdot m}}{\mathrm{A}},\quad K_b = 0.5\ \tfrac{\mathrm{V\cdot s}}{\mathrm{rad}},\quad J = 0.1\ \mathrm{kg\cdot m}^2,\quad b = 0.2\ \tfrac{\mathrm{N\cdot m\cdot s}}{\mathrm{rad}}$$

ثابت زمانی τ و بهرهٔ حالت ماندگار K تابع تبدیل $\Omega(s)/V(s)$ به ترتیب کدام‌اند؟

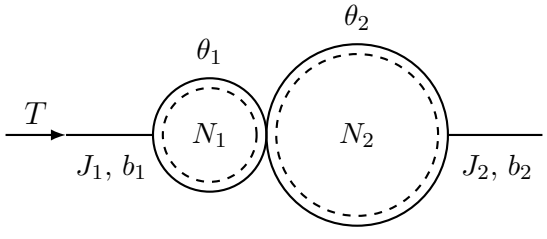
۱) $\tau = 0.100,\ K = 0.500$ **۲)** $\tau = 0.133,\ K = 0.667$ **۳)** $\tau = 0.200,\ K = 1.000$

۴) $\tau = 0.222,\ K = 1.111$ **۵)** $\tau = 0.222,\ K = 0.900$ **۶)** $\tau = 0.222,\ K = 2.500$

۷) $\tau = 0.400,\ K = 1.250$ **۸)** $\tau = 0.500,\ K = 1.111$ **۹)** $\tau = 0.500,\ K = 2.500$

۱۰) $\tau = 2.500,\ K = 0.222$

۷) در جعبه‌دندهٔ شکل (۵)، نسبت تعداد دنده‌ها $N_1/N_2 = 1/5$ است. گشتاور T به شفت اول اعمال می‌شود و مقادیر $J_1 = 2$، $b_1 = 0.5$، $J_2 = 50$ و $b_2 = 25$ (در SI است. ثابت زمانی تابع تبدیل $\Omega_1(s)/T(s)$ چند ثانیه است؟

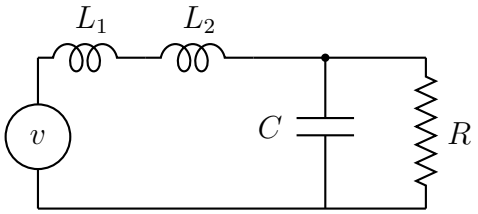


شکل (۵)

۱) 0.25 **۲)** 0.67 **۳)** 1.33 **۴)** 2.04 **۵)** 2.18

۶) 2.67 **۷)** 3.33 **۸)** 4.00 **۹)** 5.20 **۱۰)** 8.00

۸) حداقل تعداد متغیرهای حالت لازم برای توصیف کامل دینامیک مدار شکل (۶) چند عدد است؟



شکل (۶)

۱) 1 **۲)** 2 **۳)** 3 **۴)** 4 **۵)** 5

۶) 6 **۷)** 7 **۸)** 8 **۹)** 9 **۱۰)** 10

۹) رابطهٔ غیرخطی $z = x^2 y$ را حول نقطهٔ کار $\bar{x} = 2$ و $\bar{y} = 1$ خطی می‌کنیم. اگر مدل خطی‌شده را به صورت $z \simeq a\,x + b\,y + c$ بنویسیم، سه‌تایی (a, b, c) کدام است؟

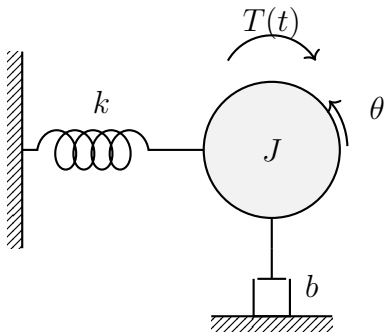
۱) $(2,\ 4,\ -4)$ **۲)** $(4,\ 2,\ -8)$ **۳)** $(4,\ 4,\ -4)$

۴) $(2,\ 2,\ -2)$ **۵)** $(4,\ 4,\ -8)$ **۶)** $(4,\ 4,\ +8)$

۷) $(8,\ 4,\ -16)$ **۸)** $(2,\ 4,\ -8)$ **۹)** $(4,\ 8,\ -12)$

۱۰) $(1,\ 4,\ 0)$

۱۰) در سیستم دورانی شکل (۷)، $J = 4\ \mathrm{kg \cdot m^2}$ و $k = 9\ \mathrm{N \cdot m/rad}$ است. مقدار ضریب میرایی دورانی b (بر حسب $\mathrm{N \cdot m \cdot s/rad}$) چقدر باشد تا ضریب میرایی سیستم $\zeta = 0.5$ شود؟



شکل (۷)

۱) 1.5 **۲)** 3 **۳)** 6 **۴)** 9 **۵)** 12

۶) 13.5 **۷)** 18 **۸)** 24 **۹)** 27 **۱۰)** 36

موفق باشید