6. 由题可得，直流电动机电枢的额定电压为 $U_a=110V$，额定电流 $I_a=0.4A$，转速 $n=3600r/min=120\pi$ rad/s

又知电枢电阻 $R_a=50\Omega$，空载阻转矩 $T_0=0.015N\cdot m$

由 $U_a=I_a\cdot R_a+E_a=I_aR_a+K_e\cdot n$ 得 $K_e=\dfrac{U_a-I_aR_a}{n}=0.2387V\cdot S/rad$，且知 $K_t=0.2387N\cdot m/A$

额定时 电磁转矩 $T_{em}=K_t\cdot I_a=0.09548N\cdot m$，又知 $T_0=0.015N\cdot m$

得 $T_L=T_{em}-T_0=0.08048N\cdot m$

综上，该电动机额定负载转矩为 $0.08048N\cdot m$。

7.(1) 由题一对一样的电机组成电动机-发电机组，二者激励电流一样，则 Φ、K_e、K_t 都一样

当发电机不接负载，电动机 $U_{m1}=110V$，$I_{m1}=0.12A$，$\omega_1=4500r/min=150\pi$ rad/s

此时发电机电枢电压 $U_{g1}=E_{m1}=K_e\omega_1$

由 $U_{m1}=I_{m1}\cdot R_a+E_{m1}$ 得 $\underline{E_{m1}=101V}$。

另外 $\begin{cases}T_{em}=2T_f=K_t\cdot I_{m1}\\ E_{m1}=K_e\omega_1\end{cases}$ 得 $\begin{cases}K_e=\dfrac{101}{150\pi}V\cdot S/rad\\ K_t=\dfrac{101}{150\pi}N\cdot m/A\\ 2T_f=0.02572N\cdot m\end{cases}$

7.(2) 当发电机接上 500Ω 负载 R_L

$\begin{cases}U_{m2}=I_{m2}\cdot R_a+E_a=I_{m2}\cdot R_a+U_{g2}=I_{m2}\cdot R_a+I_{g2}\cdot(R_a+R_L)\\ T_{em2}=T_f+T_L=2T_f+T_{em3}=2T_f+K_t\cdot I_{g2}\text{ 且 }T_{em2}=K_t\cdot I_{m1}\end{cases}$

有 $\begin{cases}15I_{m2}+115I_{g2}=22\\ I_{m2}-I_{g2}=0.12\end{cases}$

得 $\begin{cases}I_{m2}=0.2754A\\ I_{g2}=0.1554A\end{cases}$

即 $E_a=U_{m2}-I_{m2}\cdot R_a\approx89.345V$，且 $E_a=K_e\cdot\omega_2$

得 $\omega_2=416.86rad/s=3980.7r/min$

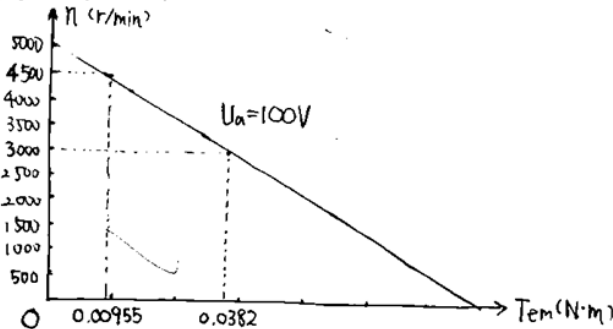综上 (1)发电机空载时电枢电压为 $101V$；(2)发电机接上 500Ω，机组转速 $n=\omega_2=3980.7r/min$

15. 由题，直流伺服电动机，电枢电压 $U_a=100V$，① $I_{a1}=0.05A$，$n_1=4500r/min=150\pi$ rad/s

② $I_{a2}=0.20A$，$n_2=3000r/min=100\pi$ rad/s

由 $U_a=R_a\cdot I_a+E_a=R_a\cdot I_a+K_e\cdot\omega$ 可有 $\begin{cases}U_a=R_a\cdot I_{a1}+K_e\cdot n_1\\ U_a=R_a\cdot I_{a2}+K_e n_2\end{cases}$ 进而 $\begin{cases}R_a=200\Omega\\ K_e=\dfrac{3}{5\pi}V\cdot S/rad=0.191V\cdot S/rad\\ K_t=0.191V\cdot S/rad\end{cases}$

① $T_{em1}=K_t\cdot I_{a1}=0.00955N\cdot m$；② $T_{em2}=K_t\cdot I_{a2}=0.0382N\cdot m$

(1) 其机械特性为 $n-T_{em}$ 图

15(2)

机电时间常数 $T_m = \dfrac{R_a \cdot J}{K_e K_t} = \dfrac{200 \times 3.7 \times 10^{-6} \times 25\pi^2}{9} S \approx 0.0203\,S$

15(3)

当电枢电压变为110V, 机电时间常数不会变化, 因为其是在求 $\dfrac{\Omega(S)}{U(S)}$ 后规定的, 与 $U(S)$ 无关

并且 $T_m = \dfrac{R_a J}{K_e K_t}$, 由公式亦知与 U_a 无关

16 已知直流电动机在 $U_a = 110V$ 时, 空载电流 $I_{a1} = 0.055A$, 空载转速 $n_{01} = 4600\,r/min = \dfrac{460\pi}{3}\,rad/s$, $R_a = 80\Omega$

$U_{a1} = I_{a1} \cdot R_a + E_a$ 得 $E_a = 105.6V = K_e \cdot n_{01}$, $K_e = 0.219\,V \cdot s/rad$, $K_t = 0.219\,N \cdot m/A$

$T_0 = K_t \cdot I_{a1} = 0.012\,N \cdot m$

16(1) $U_{a2} = 70V$

理论空载转速 $n_{02} = \dfrac{U_{a2}}{K_e} = 319.635\,rad/s \approx 3052\,r/min$

堵转时电磁转矩 $T_{em} = K_t \cdot I_{a2} = K_t \cdot \dfrac{U_{a2}}{R_a} = 0.1916\,N \cdot m$

16(2) $U_{a2} = 70V$,

理论空载转速 $n_{03} = \dfrac{U_{a2}}{K_e} = 319.635\,rad/s \approx 3052.3\,r/min$

启动转矩 $T_启 = K_e \cdot I_{a2} = K_e \cdot \dfrac{U_{a2}}{R_i + R_a} = 0.118\,N \cdot m$

16(3)

$T_c = 0.03\,N \cdot m$, $I_a = \dfrac{T_c}{K_t} = 0.137A$

① $\omega_{11} = \dfrac{U_{a2} - I_a \cdot R_a}{K_e} = 269.59\,rad/s \approx 2574.39\,r/min$

② $\omega_{12} = \dfrac{U_{a2} - I_a \cdot (R_a + R_i)}{K_e} = 238.31\,rad/s \approx 2275.69\,r/min$

$T_c = 0.04\,N \cdot m$, $I_a = \dfrac{T_c}{K_t} = 0.18265A$

① $\omega_{21} = \dfrac{U_{a2} - I_a \cdot R_a}{K_e} = 252.91\,rad/s \approx 2415.11\,r/min$

② $\omega_{22} = \dfrac{U_{a2} - I_a \cdot (R_a + R_i)}{K_e} = 211.21\,rad/s \approx 2016.93\,r/min$

18(1)

电动机: 电压平衡方程式: $U_{a1} = I_{a1} \cdot R_a + E_{a1}$

转矩平衡方程式: $T_{em1} = T_{f0} + T_L$

发电机: 电压平衡方程式: $U_{g1} = I_{g1} \cdot (R_a + R_L)$

转矩平衡方程式: $T_L = T_{f0} + T_{em2}$

且 $E_{a1} = K_e \omega_1$, $T_{em1} = K_t \cdot I_{a1}$, $T_{em2} = K_t \cdot I_{g1}$

18(2)

题 $K_t = \dfrac{T_{f0}}{I_0} = 0.25 N\cdot m/A$, $R_L=300\Omega$, $R_a=50\Omega$

$$\begin{cases} U_{a1}=I_{a1}R_a+E_{a1} \\ E_{a1}=I_{a2}(R_a+R_L)=K_e\cdot\omega \\ T_{em1}=K_t\cdot I_{a1} \\ T_{em1}=2T_{f0}+T_{em2} \\ T_{em2}=K_t I_{a2} \end{cases} 得 \begin{cases} I_{a1}=0.45A \\ I_{a2}=0.25A \\ \omega=350\,rad/s \approx 3342.25\,r/min \\ T_{em1}=0.1125\,N\cdot m \\ T_{em2}=0.0625\,N\cdot m \end{cases}$$

则可知 电动机 电磁转矩 $T_{em1}=0.1125 N\cdot m$, 发电机 电磁转矩 $T_{em2}=0.0625 N\cdot m$

机组共同转速 $\omega=3342.25\,r/min$

19. 直流电机 额定电压 $U_n=24V$, 额定电流 $I_n=0.5A$, 电磁转矩 额定值 $T_{en}=0.015 N\cdot m$
空载转速 摩擦转矩 $T_f=0.003 N\cdot m$, 额定转速 $\omega_n=300\,rad/s$

由 $\begin{cases} U_n=I_n\cdot R_a+K_e\omega_n \\ T_L=T_{en}-T_f \\ T_{en}=K_t\cdot I_n \end{cases}$ 得 $\begin{cases} R_a=30\Omega \\ K_t=0.03 N\cdot m/A \\ T_L=0.012 N\cdot m \\ K_e\approx0.03 V\cdot s/rad \end{cases}$

19(1)

当电枢电压为 $U_a=18V$, 启动输出转矩: $T_L=T_{em}-T_f$, 电磁转矩 $T_{em}=K_t\cdot I_a=K_t\cdot\dfrac{U_a}{R_a}=0.018 N\cdot m$

即启动输出转矩 $T_L=T_{em}-T_f=0.015 N\cdot m$

空载时 $T_{em}=T_f=0.003 N\cdot m$, $T_{em}=K_t\cdot I_a$ 得 $I_a=0.1A$

$U_a=I_a\cdot R_a+E_a$ 得 $E_a=15V$, 即 $\omega=\dfrac{E_a}{K_e}=500\,rad/s=4774.65\,r/min$

19(2)

电磁转矩 $T_e=0.02 N\cdot m$, $\omega_1=250\,rad/s$, $E_{a1}=K_e\omega_1=7.5V$

$I_{a1}=\dfrac{T_e}{K_t}=\dfrac{2}{3}A$, 由 $U_a=I_{a1}\cdot R_a+E_{a1}$ 可知 $U_a=\dfrac{2}{3}\times30V+7.5V=27.5V$

而 电机输出机械转矩 $T_L=T_e-T_f=0.017 N\cdot m$

综上 (1) 电枢电压 $U_a=18V$, 启动输出转矩 $T_L=0.015 N\cdot m$, 空载转速 $\omega=4774.65\,r/min$

(2) 满足要求的 $U_a=27.5V$, 输出机械转矩 $T_L=0.017 N\cdot m$

10.30