第 3 章

3.1

(1) $\omega=100\text{rad/s}$， $T=\dfrac{2\pi}{100}\text{s}$

(2) $\omega=\dfrac{\pi}{2}\text{rad/s}$， $T=4\text{s}$

(3) $\omega=2\text{rad/s}$， $T=\pi\text{s}$

(4) $\omega=\pi\text{rad/s}$， $T=2\text{s}$

(5) $\omega=\dfrac{\pi}{4}\text{rad/s}$， $T=8\text{s}$

(6) $\omega=\dfrac{\pi}{30}\text{rad/s}$， $T=60\text{s}$

3.2

(1) $F_n=\dfrac{\sin\left(\dfrac{n\pi}{2}\right)}{n\pi},\quad n=0,\pm1,\pm2,\pm3,\cdots$

(2) $F_n=\dfrac{1+\mathrm{e}^{-\mathrm{j}n\pi}}{2\pi(1-n^2)},\quad n=0,\pm1,\pm2,\pm3,\cdots$， 或 $F_0=\dfrac{1}{\pi},\ F_{\pm1}=\mp\mathrm{j}\dfrac{1}{4},\ F_n=\dfrac{\cos^2\left(\dfrac{n\pi}{2}\right)}{\pi(1-n^2)},n=\pm2,\pm3,\cdots$

3.3 $a_0=\dfrac{E}{\pi}$， $b_n=0$， $a_n=\begin{cases}0, & n=2,4,\cdots\\ -\dfrac{4E}{(n\pi)^2}, & n=1,3,\cdots\end{cases}$

$$f(t)=\frac{E}{2}-\frac{4E}{\pi^2}\left[\cos(\omega_1 t)+\frac{1}{3^2}\cos(3\omega_1 t)+\frac{1}{5^2}\cos(5\omega_1 t)+\cdots\right]\left(\omega_1=\frac{2\pi}{T}\right)$$

3.5

(1) 只含有基波和奇次谐波的余弦分量

(2) 只含有基波和奇次谐波的正弦分量

(3) 只含有奇次谐波

(4) 只含有正弦分量

(5) 只含有直流和偶次谐波的余弦分量

(6) 只含有直流和偶次谐波的正弦分量

3.6

(1) 直流 0.25V，基波幅度 0.305V，五次谐波幅度 0.018V

(2) 比值分别为 1.0，0.847，0.303，此 *RC* 积分电路是一个低通滤波器，对高频分量衰减大，对低频分量衰减少

3.7

(1) $\tau\text{Sa}\left(\dfrac{\omega\tau}{2}\right)\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\frac{\omega\tau}{2}}$

(2) $\dfrac{1-\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega\tau}-\mathrm{j}\omega\tau\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\omega\tau}}{-\omega^2\tau}$

(3) $\dfrac{\pi\cos\omega}{\left(\dfrac{\pi}{2}\right)^2-\omega^2}$

(4) $\dfrac{\mathrm{j}\dfrac{4\pi}{T}\sin\left(\dfrac{\omega T}{2}\right)}{\omega^2-\left(\dfrac{2\pi}{T}\right)^2}$

3.8

(1) $\frac{1}{4}$ MHz

(2) $\frac{1}{4}$ MHz

(3) $\frac{1}{4}$ MHz

(4) 1 MHz

(5) $\frac{2}{3}$ MHz

(6) $\frac{1}{2}$ MHz

3.9

(1) $\frac{\mathrm{j}4\left[\sin\left(\frac{\omega T}{2}\right)\right]^2}{\omega}$

(2) $\frac{8\sin\omega\cos^2\omega}{\omega}$

(3) $\frac{8\left[\sin\left(\frac{\omega T}{2}\right)\right]^2}{\tau\omega^2}$

(4) $\mathrm{j}\frac{2\omega\tau\cos(2\omega\tau)-\sin(2\omega\tau)}{\tau\omega^2}$

(5) $\frac{\mathrm{j}12\pi\sin\omega}{(6\pi)^2-\omega^2}$

(6) $\frac{4\sin^2\left(\frac{\omega}{2}\right)\cdot\left[\omega^2+(10\pi)^2\right]}{\left[\omega^2-(10\pi)^2\right]^2}$

3.10

(1) $\mathrm{e}^{-\mathrm{j}2(\omega+1)}$

(2) $(3+\mathrm{j}\omega)\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\omega}$

(3) $2\pi\delta(\omega)-\frac{4\sin(3\omega)}{\omega}$

(4) $\frac{\mathrm{e}^{(2+\mathrm{j}\omega)}}{2+\mathrm{j}\omega}$

(5) $\pi\delta(\omega)+\frac{1}{\mathrm{j}\omega}\mathrm{e}^{-\mathrm{j}2\omega}$

3.11 $F_1(-\omega)\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\omega t_0}$

3.12

(1) $\frac{1}{2\pi}\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega_0 t}$

(2) $\frac{\omega_0}{\pi}\mathrm{Sa}(\omega_0 t)$

(3) $\left(\frac{\omega_0}{\pi}\right)^2\mathrm{Sa}(\omega_0 t)$

3.13 $\frac{E\tau}{4}\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\frac{\omega\tau}{2}}\left\{\mathrm{Sa}^2\left[\frac{(\omega-\omega_0)\tau}{4}\right]\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{\omega_0\tau}{2}}+\mathrm{Sa}^2\left[\frac{(\omega+\omega_0)\tau}{4}\right]\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\frac{\omega_0\tau}{2}}\right\}$

3.14

(1) $-\omega$

(2) 4

(3) 2π

(4)其波形形为函数 $f(t)$ 的偶分量

3.15

(1) $\frac{1}{2}\mathrm{j}\frac{\mathrm{d}F\left(\frac{\omega}{2}\right)}{\mathrm{d}\omega}$

(2) $\mathrm{j}\frac{\mathrm{d}F\left(\frac{\omega}{2}\right)}{\mathrm{d}\omega}-2F(\omega)$

(3) $-F\left(-\frac{\omega}{2}\right)+\frac{\mathrm{j}}{2}\frac{\mathrm{d}F\left(-\frac{\omega}{2}\right)}{\mathrm{d}\omega}$

(4) $-F(\omega)-\omega\frac{\mathrm{d}F(\omega)}{\mathrm{d}\omega}$

(5) $F(-\omega)\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\omega}$

(6) $-\mathrm{j}\frac{\mathrm{d}F(-\omega)}{\mathrm{d}\omega}\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\omega}$

(7) $\frac{1}{2}F\left(\frac{\omega}{2}\right)\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\frac{5}{2}\omega}$

3.16 略

3.17 $F\left[\cos(\omega_0 t)u(t)\right]=\frac{\pi}{2}\left[\delta(\omega+\omega_0)+\delta(\omega-\omega_0)\right]+\frac{\mathrm{j}\omega}{{\omega_0}^2-\omega^2}$

$F\left[\sin(\omega_0 t)u(t)\right]=\mathrm{j}\frac{\pi}{2}\left[\delta(\omega+\omega_0)-\delta(\omega-\omega_0)\right]+\frac{\omega_0}{{\omega_0}^2-\omega^2}$

3.18 略

3.19

(1) $\frac{100}{\pi}$，$\frac{\pi}{100}$

(2) $\frac{200}{\pi}$，$\frac{\pi}{200}$

(3) $\frac{100}{\pi}$，$\frac{\pi}{100}$

(4) $\frac{120}{\pi}$，$\frac{\pi}{120}$

3.20 略

3.21

(1) ω_0

(2) ω_0

(3) $2\omega_0$

(4) $3\omega_0$

3.22

(1) $\frac{1}{3000}$

(2) 梯形周期重复，周期为 6000π，幅度为 $\frac{3}{2}$

3.23

(1)略

(2) $B=160\mathrm{Hz}$

(3) $f_s=320\mathrm{Hz}$

3.24

(1) $x(2t)$ 的采样周期 $T_s=\dfrac{\pi}{16}\text{s}$，$x(t/2)$ 的采样周期 $T_s=\dfrac{\pi}{4}\text{s}$

(2) $x_s(2t)$ 的频谱会发生混叠，另外两种情况不发生混叠

3.25 $f_s\geq 2f_m=6.4\text{kHz}$

3.26

(1) 会发生

(2) $y(t)=\sum_{n=-4}^{4}F_n\text{e}^{-\text{j}(n\pi/t)}$，$F_n=\begin{cases}0, & n=0\\ -\text{j}(1/2)^{n+1}, & 1\leq n\leq 4\\ \text{j}(1/2)^{-n+1}, & -4\leq n\leq -1\end{cases}$

3.27

(1) $f_s\geq 2f_1$

(2) 略

(3) $H_2(\omega)=\dfrac{1}{H_1(\omega)}$

3.28 $R_1=R_2=1\Omega$

3.29 $r(t)=\dfrac{1}{\sqrt{2}}\sin(t-45^\circ)+\dfrac{1}{\sqrt{10}}\sin(3t-72^\circ)$

3.30

(1) $H(\text{j}\omega)=\dfrac{1}{(\text{j}\omega)^2+3(\text{j}\omega)+2}$

(2) $H(\text{j}\omega)=\dfrac{\text{j}\omega+4}{(\text{j}\omega)^2+5(\text{j}\omega)+6}$

3.31 $y(t)=\sin(2t)$

3.32 $y(t)=\dfrac{\sin(2t)}{t}\sin(4t)$

3.33 $y(t)=3+4\sin t-2\cos(2t)$

3.34 略

3.35

(1) $v_2(t)=\dfrac{1}{\pi}\left[\text{Si}(t-t_0-T)-\text{Si}(t-t_0)\right]$

(2) $v_2(t)=\text{Sa}\left[\dfrac{1}{2}(t-t_0-T)\right]-\text{Sa}\left[\dfrac{1}{2}(t-t_0)\right]$

3.36 $y(t)=\dfrac{2\sin t}{\pi t}\cos(5t)$

3.37 $y(t)=\dfrac{\sin t}{2\pi t}\cos(1000t)$

3.38 $y(t)=\dfrac{\sin t}{2\pi t}$

3.39 略

3.40

(1) $y(t)$ 是实值信号

(2) 可以恢复