



اندازه‌گیری و کنترل کامپیوتری

تمرین اول

دانشکده مهندسی کامپیوتر

دانشگاه صنعتی شیراز

نیم سال دوم ۹۹-۰۰

استاد:

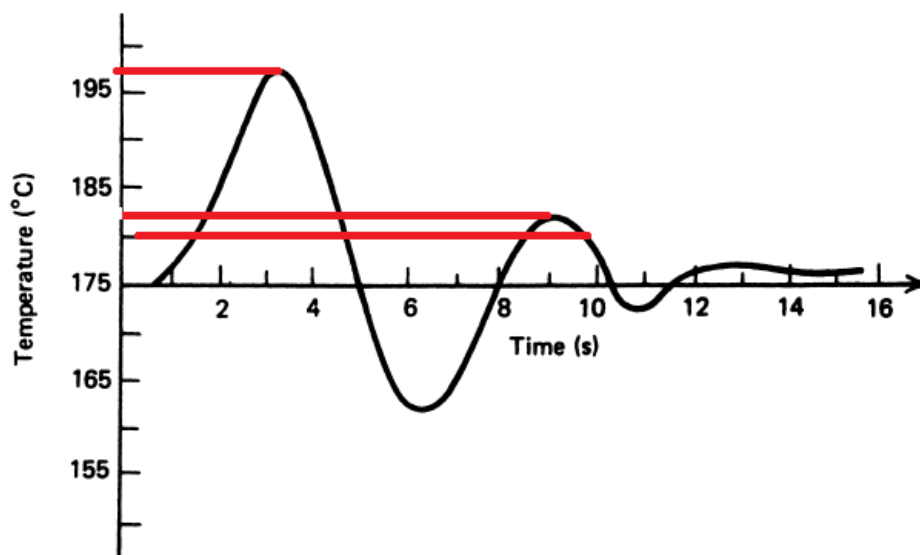
جناب آقای دکتر همت‌یار

نام و نام خانوادگی:

امیرمهدی نامجو - ۹۷۱۰۷۲۱۲



سوال ۴



مطابق شکل، بیشنه مقدار تقریبا در 197 درجه اتفاق می افتد. پس بیشینه خطا

$$197 - 175 = 22^{\circ}C$$

است. همچنین برای زمان Settling از آن جایی که بازه انحراف بین 170 تا 180 درجه سانتی گراد است، اولین جایی که این درجه رد شده است، حدود 1.5 و اولین جایی که بعد از آن استیبل شده و از این بازه خارج نشده است، در 9.8 ثانیه است. پس جواب

$$9.8 - 1.5 = 8.3s$$

است.



سوال ۵

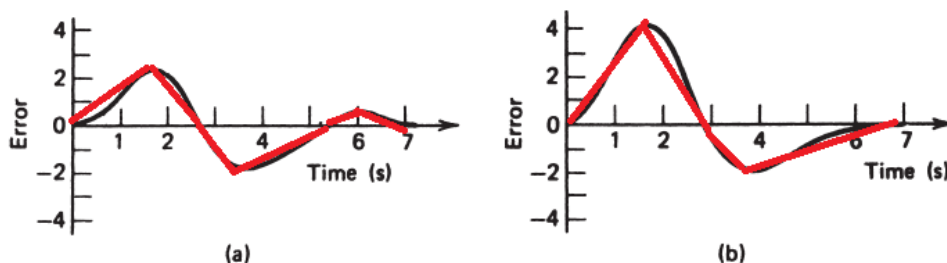


FIGURE 32

Figure for Problem 5.

با توجه به این مثلث بندی تقریبی، مساحت را تخمین می زنیم.

$$S_a = (2 \times (2.6) + 2 \times (5.2 - 2.6) + 1 \times (7 - 5.2))/2 = 6.1$$

$$S_b = ((4 \times 3) + 2 \times (7 - 3))/2 = 10$$

با توجه به این که اختلاف بدست آمده هم زیاد است، مشخصا (و حتی به شکل چشمی) مساحت a از b کمتر است. بنابراین جواب سوال a است.

سوال ۶

$$a_3 = \frac{1}{4}(a_2) = \frac{1}{4}(4.4\%) = 1.1\%$$

سوال ۷

اختلاف قله اول با معیار $197 - 175 = 22$ است. در نتیجه قله دوم باید حدود 5.5 فاصله داشته باشد ولی حدودا $182 - 175 = 7$ است. قله بعدی حدودا 178 یا 177 است که می شود 2 یا 3 در حالی که اگر براساس 7 قبلی در نظر بگیریم باید 1.75 می بود. در نتیجه در هر مرحله شاهد این هستیم که قله ها از مقدار روش quarter-amplitude بیش تر است و یعنی این نمودار با این معیار تطابق ندارد.

سوال ۸

$$50mA \times \frac{225m^3/h}{300m^3/h} = 37.5mA$$



سوال ۹

$$(16)_{10} = (10000)_2$$

سوال ۱۰

a

با توجه به این که مقیاس $0.15m$ است، پس ارزش ارقام به ترتیب از LSB به MSB به صورت $0.15 - 0.30 - 0.6$ و 1.2 است.

$$1.7 - 1.2 = 0.5 \rightarrow 1$$

$$0.5 < 0.6 \rightarrow 0$$

$$0.5 - 0.3 = 0.2 \rightarrow 1$$

$$0.2 - 0.15 = 0.05 \rightarrow 1$$

$$1.7 \rightarrow 1011$$

راه دیگر تشکیل جدول به ازای همه مقادیر بود که ببینیم به کدام یک نزدیک تر است. همچنین می شد بگوییم که $1011 = 1.65$ و $1100 = 1.8$ و چون هنوز به 1.8 نرسیده است، شاهد تغییر بیت نخواهیم بود و معادل با نمایش 1.65 خواهد بود.

b

$$1000 = 1.2$$

$$1001 = 1.35$$

پس اگر عدد 1000 باشد جواب می تواند هر عددی بین 1.2 تا 1.35 باشد.

سوال ۱۵

$$1 \text{ lb-force} = 4.44822 \text{ Newton} \quad 1 \text{ inch} = 0.0254 \text{ meter}$$

$$14.7 \text{ lb/in}^2 = 14.7 \text{ lb/in}^2 \times 4.4482 \text{ N/lb} \times (1/0.0254 \text{ in/m})^2 = 101352.43 \text{ Pa}$$

البته خود کتاب هم ضریب تبدیل دیگری ارائه داده که با استفاده از آن می شود:

$$14.7 \times (6895) = 101356 \text{ Pa}$$



سوال ۱۶

a

$$a = \frac{0.25mi \times 5280ft/mi}{(7.2s)^2} \times 2 = 50.93ft/s^2$$

b

$$50.93ft/s^2 \times 0.3048m/ft = 15.52m/s^2$$

c

$$v = \sqrt{2 \times 0.25mi \times 1609.34m/mi \times 15.52m/s^2} = 111.7m/s$$

d

$$W = \frac{(111.7m/s)^2 \times (2000lb \times 0.4535kg/lb)}{2} = 5.658 \times 10^6 J$$

سوال ۱۷

$$L = aP + b$$

$$5.5 = 3a + b$$

$$8.6 = 15a + b$$

$$a = \frac{31}{120}psi/m, b = \frac{189}{40}m$$

برای قسمت اول، داریم:

$$P = (7.2 - \frac{189}{40}) \times \frac{120}{31} \approx 9.58psi$$

برای قسمت دوم، داریم:

$$L = \frac{31}{120} \times 4.7 + \frac{189}{40} = 5.939m \approx 5.94m$$



سوال ۱۸

قسمت اول

$$Q = 45\sqrt{(12 - 2)} = 142.3 \text{ gal/min}$$

قسمت دوم:

$$162 = 45\sqrt{I - 2} \rightarrow I = (162/45)^2 + 2 = 14.96 \text{ mA}$$

سوال ۱۹

$$1500 \times (\pm 0.005) = \pm 7.5 \Omega$$

$$397 \Omega \pm 7.5 \Omega = [389.5 \Omega, 404.5 \Omega]$$

سوال ۲۰

$$0.5 \text{ mV}/^\circ\text{C} \pm 1\% = 0.5 \text{ mV}/^\circ\text{C} \pm 0.005 \text{ mV}/^\circ\text{C} = (0.495 \text{ mV}/^\circ\text{C}, 0.505 \text{ mV}/^\circ\text{C})$$

$$60^\circ\text{C} \times 0.5 \text{ mV}/^\circ\text{C} = 30 \text{ mV}$$

$$60^\circ\text{C} \times 0.495 \text{ mV}/^\circ\text{C} = 29.7 \text{ mV}$$

$$60^\circ\text{C} \times 0.505 \text{ mV}/^\circ\text{C} = 30.3 \text{ mV}$$

پس ولتاژ در بازه $30 \text{ mV} \pm 3 \text{ mV}$ خواهد بود.

سوال ۲۶

$$T = T_i + (T_f - T_i) \times (1 - e^{-t/\tau})$$

$$t = 0.5 \text{ s}; T = 22 + 28 (1 - e^{-0.5/3.3}) = 25.9^\circ\text{C} \equiv 3.885 \text{ mV}$$

$$t = 2.0 \text{ s}; T = 22 + 28 (1 - e^{-2/3.3}) = 34.7^\circ\text{C} \equiv 5.205 \text{ mV}$$

$$t = 3.3 \text{ s}; T = 22 + 28 (1 - e^{-3.3/3.3}) = 39.7^\circ\text{C} \equiv 5.955 \text{ mV}$$

$$t = 9.0 \text{ s}; T = 22 + 28 (1 - e^{-9/3.3}) = 48.2^\circ\text{C} \equiv 7.23 \text{ mV}$$

برای معادل سازی با میلی ولت، عدد درجه سانتی گراد در تابع انتقال استاتیک ($0.15 \text{ mV}/^\circ\text{C}$) ضرب شده است.



سوال ۲۷

$$52 = 44 + (70 - 44)(1 - e^{-4.5/\tau})$$

$$\frac{8}{26} = (1 - e^{-4.5/\tau}) \rightarrow \frac{-4.5}{\tau} = \ln\left(\frac{18}{26}\right) \rightarrow \tau = 12.237s$$

سوال ۲۸

از آن جایی که عبارت $1 - e^{-t/\tau}$ در اصل کسری از مقدار تغییرات که اضافه شده است را نشان می دهد و این جا هم حرکت از 0 شروع شده داریم:

$$t = 1 - e^{-t/35} = 0.8 \rightarrow -t/35 = \ln(0.2) \rightarrow t = 56.33ms$$

سوال ۲۹

$$4.00V/(20 \times 10^{-3}V/kPa) = 200kPa$$

$$200 = 100 + (400 - 100)(1 - e^{-t/4.9}) \rightarrow \frac{1}{3} = (1 - e^{-t/4.9})$$

$$-t/4.9 = \ln\left(\frac{2}{3}\right) \rightarrow t = 1.986s \approx 1.99s$$

سوال ۳۰

a

$$p = 40 + (150 - 40) \times (1 - e^{-0.5/0.350}) \approx 123.6kPa$$

$$R = 0.15 \times 123.6 + 2.5 = 21.04k\Omega$$

$$V = \frac{10 \times 21.04k}{21.04k + 10k} = 6.77V$$



b

$$5 = \frac{10R}{R + 10k} \rightarrow R = 10k\Omega$$

$$10k\Omega = 0.15(k\Omega/psi)P + 2.5k\Omega \rightarrow P = 50psi$$

$$t = 50 = 40 + (150 - 40) \times (1 - e^{-t/0.350}) \rightarrow -t/0.35 = \ln(10/11) = 0.033s$$

سوال ۳۲

مقدار تئوری:

$$I = V/R = 4.7/1.5k = 3.13333333mA = 3.1\bar{3}mA$$

که این مقدار دقیق است و می توان بی نهایت رقم با معنا برای آن در نظر گرفت. (یا تا هر تعدادی که سیستم محاسبه ما نظیر ماشین حساب و کامپیوتر می تواند ذخیره کند) مقدار در عمل:

$$I = V/R = 4.7/1.5k = 3.1mA$$

چون دو کمیت دیگر دو رقم با معنا داشتند، کمیت I هم باید دو رقم با معنا داشته باشد.

سوال ۳۳

$$10.1 + 12.2 + 9.7 + 8.8 + 11.4 + 12.9 + 10.2 + 10.5 + 9.8 + 11.5 +$$

$$10.3 + 9.3 + 7.7 + 10.2 + 10.0 + 11.3 = 165.9$$

$$Mean : 165.9/16 = 10.36875gal/min$$

$$Var = \sum ((x_i - 10.36875)^2)/15 = 1.65029$$

$$StdDev = \sqrt{Var} = 1.284636$$

برای واریانس و انحراف از معیار، از فرمول واریانس نمونه (که تقسیم بر $n - 1$ می کند) استفاده شده است.

برای چک کردن جواب هم از کد صفحه بعد در زبان R استفاده شده است:



```

1 x = c(10.1 , 12.2 , 9.7
2     , 8.8 , 11.4 , 12.9
3     , 10.2 , 10.5 , 9.8 , 11.5 , 10.3 , 9.3 , 7.7 , 10.2 , 10.0
4     , 11.3)
5 m<-mean(x)
6 v <- var(x)
7 stdd <- sqrt(v)

```

سوال ۳۴

a

$$V_i = (45mV/kPa \pm 5\%) \times 20kPa = 0.9V \pm 0.045V = (0.855V, 0.945V)$$

$$V_f = (45mV/kPa \pm 5\%) \times 100kPa = 4.5V \pm 0.225V = (4.275V, 4.725V)$$

b

$$V = V_i + (V_f - V_i)(1 - e^{-t/\tau})$$

$$V = (45 \pm 5\%)(20 + 80(1 - e^{-t/(4 \pm 0.4)}))$$

چون مقادیر P را دقیق می دانستیم ولی V ها حالت های زیادی پیدا می کرد بسته به مثبت و منفی بودن، از P استفاده می کنیم.

$$(1 - e^{-2/(4.4)}) = 0.36526 \text{ اگر } \tau = 4.4 \text{ بگیریم داریم}$$

$$(1 - e^{-2/(3.6)}) = 0.426247 \text{ اگر } \tau = 3.6 \text{ بگیریم داریم}$$

در حالت اول، مقدار کمینه $45 \pm 5\%$ را می گذاریم که کمترین مقدار و در حالت دوم مقدار بیشینه را می گذاریم که بیش ترین مقدار V را به دست آوریم:

$$V_{max} = 47.25mV/kPa \times (20 + 80 * 0.426247)kPa = 2.55621V \approx 2.556V$$

$$V_{min} = 42.75mV/kPa \times (20 + 80 * 0.36526)kPa = 2.10419V \approx 2.104V$$

که این به نوعی برابر است با $2.330V \pm 0.226V$