



# اندازه گیری و کنترل کامپیوتری

تمرین سوم

دانشکده مهندسی کامپیوتر

دانشگاه صنعتی شریف

نیم سال دوم ۹۹-۰۰

---

استاد:

جناب آقای دکتر همت یار

نام و نام خانوادگی:

امیرمهدی نامجو - ۹۷۱۰۷۲۱۲



## سوال ۴

$$27 = 1 \times 16 + 1 \times 8 + 0 \times 4 + 1 \times 2 + 1 \times 1 = (11011)_2$$

$$0.156 \times 2 = 0.312 \Rightarrow 0$$

$$0.312 \times 2 = 0.624 \Rightarrow 0$$

$$0.624 \times 2 = 1.248 \Rightarrow 1$$

$$0.248 \times 2 = 0.496 \Rightarrow 0$$

$$0.496 \times 2 = 0.992 \Rightarrow 0$$

$$0.992 \times 2 = 1.984 \Rightarrow 1$$

$$0.156 \approx (0.001001)_2$$

$$27.156 \approx (11011.001001)_2$$

مقدار دقیق عدد باینری بدست آمده:  $27 + 2^{-3} + 2^{-6} = 27.140625$  است.

## سوال ۸

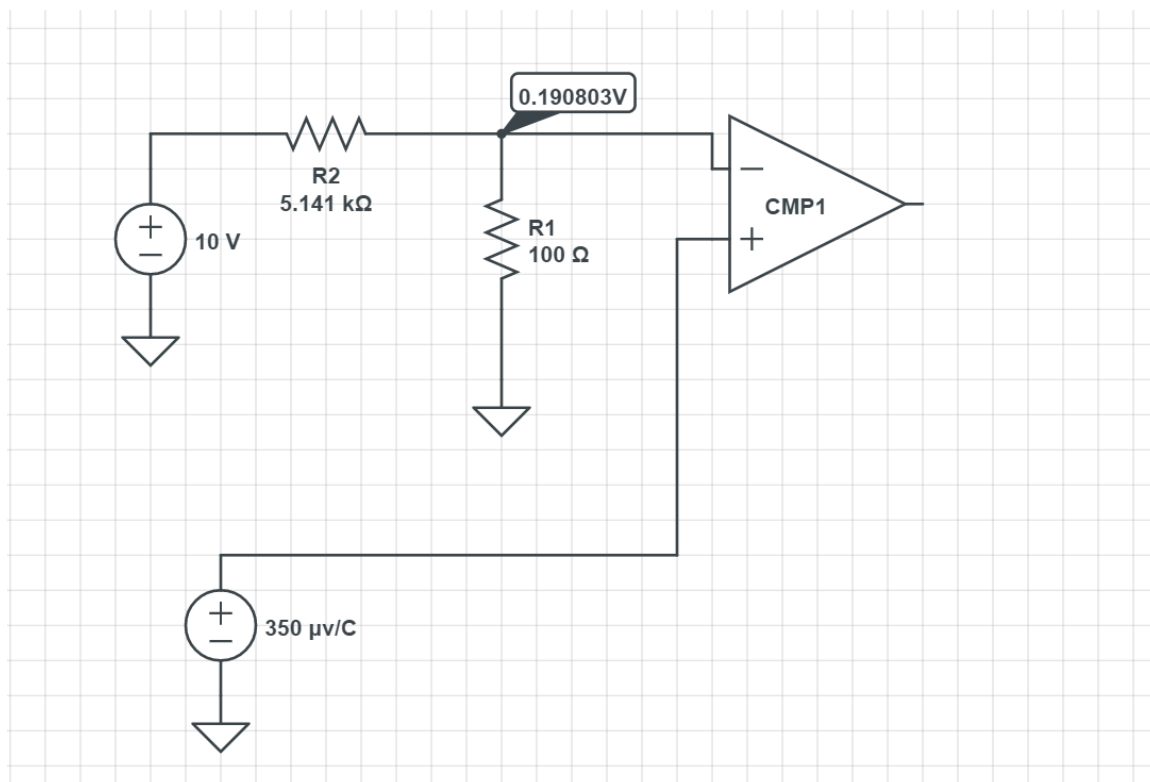
$$(\bar{S} \cdot W \cdot R) + (S \cdot \bar{R})$$



## سوال ۱۲

$$360 \mu V / \deg C \times 530 \deg C = 0.190800$$

مدار آن به صورت زیر می شود:



یکی از مقاومت ها 100 فرض شده و مقاومت دیگر با رابطه

$$0.190800 = \frac{100}{100 + R} \times 10 \rightarrow R \approx 5141 \Omega$$

تعیین شده است.

## سوال ۱۶

$$100101 \Rightarrow \frac{37}{64} = 0.578125 \quad (\bar{A})$$

$$v_{out} = 10 \times 0.578125 = 5.78128V$$

(ب)

$$\Delta V = 10 \times 2^{-6} = 0.15625$$

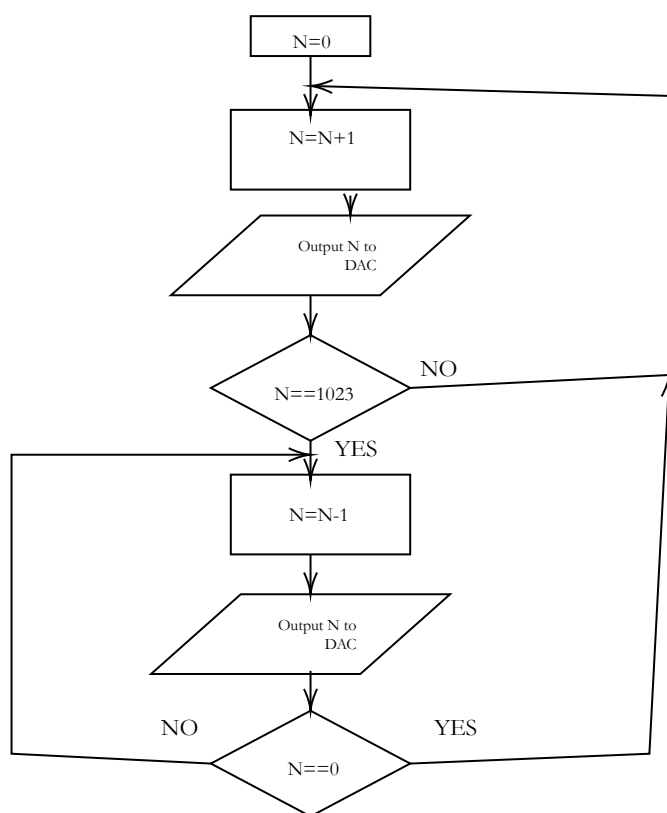


## سوال ۲۰

آ) با توجه به بازه داده شده، بازه ولتاژی ما 10 ولت است و تعداد حالت‌های موردنیاز ما  $N = 1000$  و  $\frac{v_{ref}}{\Delta V} = \frac{10}{0.01} = 1000$  نزدیک‌ترین عدد توان دو به 1000 عدد 1024 یعنی  $2^{10}$  است. پس DAC ما 10 بیتی خواهد بود با ولتاژ رفرنس 10 ولت.

همچنین از آن جایی که باید در زمان 2.5 میکروثانیه از 0 تا 1024 رفته و برگردد، زمان بین عوض شدن خروجی به صورت:  $\delta t = \frac{2.5ms}{2048} = 1.221\mu s$  خواهد بود.

ب) فلوجارت بدین صورت است (به همراه مقداردهی اولیه به 0)



## سوال ۲۴

به نظر می‌رسد یک منفی در توان عبارت ورودی صورت داده شده جا افتاده است. وگرنه جواب کلاً منفی می‌شود که منطقی نیست.

$$V(t) = 4(1 - e^{-t/\tau})$$

$$dV/dt = \frac{4}{\tau} e^{-t/\tau}$$



$$\frac{4}{\tau} e^{-t/\tau} \leq \frac{5.00}{2^{10} \times \tau}$$

بیشترین مقدار سمت چپ به ازای  $t = 0$  اتفاق می افتد.

$$\tau \geq \frac{4 \times 2^{10} \times (44 \times 10^{-6})}{5} = 36.0448ms$$

پس حداقل مقدار  $\tau$  حدود  $36ms$  است.

## سوال ۲۸

عدد 100 هزار نمونه بر ثانیه به معنی این است که هر نمونه در فاصله  $10\mu s$  گرفته می شود. اگر بخواهیم نمونه ها را هر  $5ms = 5000\mu s$  بگیریم، بدین معنی است که حدود  $4990\mu s$  را می توانیم به ازای هر نمونه صرف پردازش سیگنال و موارد مشابه بکنیم.

## سوال ۳۲

برای حل این سوال باید بخشی از سوال 31 را حل کنیم. برای دما 20 تا 100 متناظر با 0.8 تا 4 ولت است. برای نگاشت آن به بازه 0 تا 2.5 ولت داریم:

$$\begin{cases} V = mV_T + V_0 \\ 0 = 0.8m + V_0 \\ 2.5 = 4m + V_0 \end{cases} \Rightarrow V = 0.78125V_T - 0.625$$

برای فشار 1 تا  $100psi$ ، بازه مد نظر 0.1 تا 10 ولت خواهد بود که برای نظیر کردن آن به 0 تا 2.5 ولت داریم:

$$\begin{cases} V = mV_P + V_0 \\ 0 = 0.1m + V_0 \\ 2.5 = 10m + V_0 \end{cases} \Rightarrow V = 0.253(V_P - 0.1)$$

برای شار (دبی) بازه 30 تا 90 گالن بر دقیقه نظیر 4.5 تا 13.5 ولت است که باید به 0 تا 2.5 نظیر بشود.

$$\begin{cases} V = mV_F + V_0 \\ 0 = 4.5m + V_0 \\ 2.5 = 13.5m + V_0 \end{cases} \Rightarrow V = 0.2778V_F - 1.25$$

با توجه به این موارد داریم:

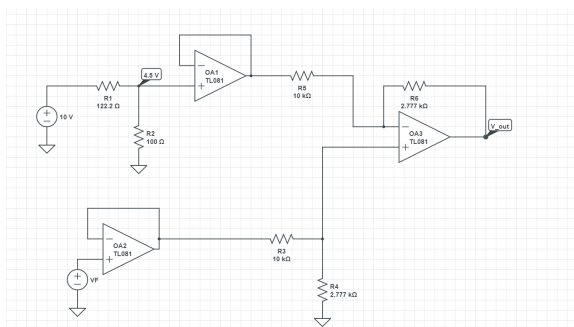
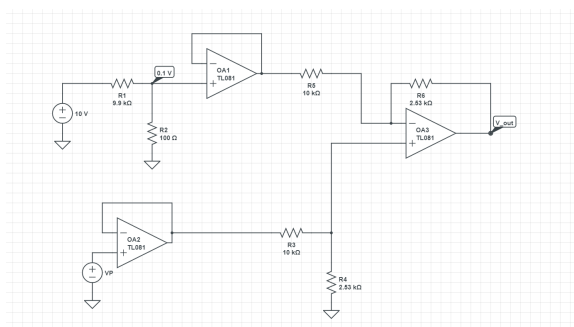
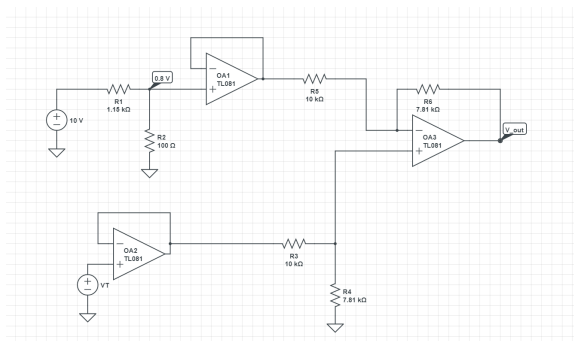
$$V = 0.781(V_T - 0.8)$$

$$V = 0.253(V_P - 0.1)$$

$$V = 0.277(V_F - 4.5)$$



هر قسمت را به صورت یک مدار جدا با منبع تغذیه 10 ولت رسم می کنیم.  
نمودار آن ها به صورت زیر می شود. در این نمودارها از تقویت کننده تفاضلی و دنباله کننده ولتاژ استفاده شده است.



## سوال ۳۶

آ بازه تغییرات ولتاژی بین  $-120mV$  تا  $12 \times -10 = -120mV$  است. با توجه به این که ADC داده شده دو قطبی است داریم

$$INT(N) = 2^{12} \left( \frac{V_{ADC}}{5} + \frac{1}{2} \right)$$

در نتیجه 00 متناظر با  $-10mm$  و معادل با  $-2.5V$  خواهد بود و  $FF$  معادل با  $10mm$  و معادل با  $V = 5 \times 4095/4096 - 2.5 = 2.4988V$  خواهد بود.



با فرض مبدا گذر بودن ولتاژ

$$V_{out} = 20.833V_{in}$$

خواهد بود. یعنی مداری با بهره 20.833 داریم.  
با توجه به نویز داده شده، یعنی این نویز معادل خواهد بود با:

$$5mV \times 20.83 \times \sqrt{2} \approx 0.147V$$

در نتیجه یعنی نویز  $\pm 0.147$  روی همه داده‌ها داریم.

این معادل است با

$$\frac{0.147}{(2.5 - (-2.5))} = \times \frac{2^n}{2^{12}} \rightarrow n = 6.9$$

یعنی در اثر این نویز حدوداً 7 بیت کم ارزش از 12 بیت می‌توانند دچار تغییر بشوند.

(ب) نرخ نوسان خود سیستم اصلی  $1/1.5 = 0.667$  است. در نتیجه فرکانس نویز بالاست و باید یک Low-Pass Filter اضافه کنیم. با فرض این که کاهش 99 درصدی بخواهیم بدهیم داریم:

$$0.01 = 1/\sqrt{1 + (60/f_c)^2} \rightarrow f_c = 0.6Hz$$

با توجه به این موضوع باید ببینیم سیگنال اصلی که داریم چقدر کاهش بهره دارد:

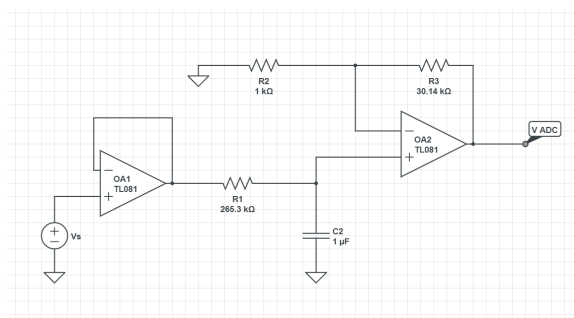
$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = 1/\sqrt{1 + (\frac{0.667}{0.6})^2} = 0.669$$

در نتیجه باید افزایش Gain هم بدهیم.  $20.83/0.669 = 31.14$

در کل نیاز به یک Low-Pass Filter و یک تقویت کننده Noninverting (یا تقویت کننده‌های دیگر) داریم تا سیگنال مورد نیاز برای ورودی ADC را فراهم کنیم.  
با فرض استفاده از خازن  $1\mu F$  ای داریم:

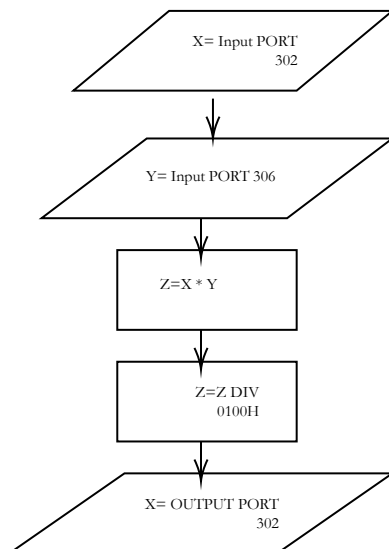
$$0.6 = \frac{1}{2\pi RC} \Rightarrow R = 265.258k\Omega$$

نتیجه نهایی به صورت شکل زیر خواهد بود:





## سوال ۴۰



فلوچارت اصلی به این شکل می شود. می توان یکسری مرحله Initialization هم مانند مثال ۲۵ صفحه ۱۶۷ کتاب در نظر گرفت که این جا رسم نشده است.  
با فرض این که ADC ما دوقطیب ۵ ولتی باشد و DAC ما هم ۱۰ ولت تک قطبی بوده و هر دو ۸ بیتی باشند داریم:

$$X := (V1/5 + 1/2)2^8$$

$$Y := (V2/5 + 1/2)2^8$$

$$Z := (V1/5 + 1/2)(V2/5 + 1/2)2^{16}$$

$$Z := Z/2^8 \Rightarrow Z := (V1/5 + 1/2)(V2/5 + 1/2)2^8$$

$$V_{out} := 10(Z/2^8) = 10(V1/5 + 1/2)(V2/5 + 1/2)$$

قطعا با فرض های متفاوت برای ADC و DAC های مورد استفاده، جواب متفاوتی بدست می آید و در این مورد سوال چیزی نگفته است.

## سوال ۴۴