



گزارش تمرین 5

درس مبانی سیستم نهفته و بیدرنگ

جواب سوال اول)

ADC مبتنی بر فلش:

پیچیدگی زمانی:

- مبدل فلش از $2^n - 1$ مقایسه‌کننده استفاده می‌کند تا به طور همزمان ولتاژ ورودی را مقایسه کند.
- چون تبدیل تنها در یک مرحله انجام می‌شود، پیچیدگی زمانی برابر با $O(1)$ است.

پیچیدگی فضایی:

- تعداد مقایسه‌کننده‌های مورد نیاز $2^n - 1$ است که به صورت نمایی با n رشد می‌کند.
- بنابراین، پیچیدگی فضایی برابر با $O(2^n)$ است.

ADC تقریبی متوالی (SAR):

پیچیدگی زمانی:

- مبدل SAR با کاهش تدریجی بازه ولتاژ در n مرحله عمل می‌کند برای رزولوشن n بیت، SAR ADC برای انجام جستجوی باینری (یک مرحله برای هر بیت) نیاز به n بار اجرا دارد.
- بنابراین، پیچیدگی زمانی برابر با $O(n)$ است.

پیچیدگی فضایی:

- مبدل SAR از یک مقایسه‌کننده و یک مبدل دیجیتال به آنالوگ (DAC) استفاده می‌کند. نیاز به حافظه به صورت خطی با n رشد می‌کند.
- بنابراین، پیچیدگی فضایی برابر با $O(n)$ است.

	Flash-based converter	Successive approximation converter
Time complexity	$O(1)$	$O(n)$
Space complexity	$O(2^n)$	$O(n)$

استخراج اطلاعات از دیتاشیت TMP36 :

• خروجی ولتاژ در دمای $0^{\circ}C$: $500mV$

• نرخ تغییر ولتاژ: $10mV/^{\circ}C$

• ولتاژ تغذیه: $2.7V$ تا $5.5V$

• ولتاژ خروجی سنسور به دما خطی وابسته است.

• فرمول تبدیل ولتاژ به دما به صورت زیر است:

$$\frac{V_{out}(mV) - 500}{10} = T(^{\circ}C)$$

• محدوده ولتاژ خروجی برای بازه دمایی $20^{\circ}C$ تا $40^{\circ}C$:

• دما $20^{\circ}C$:

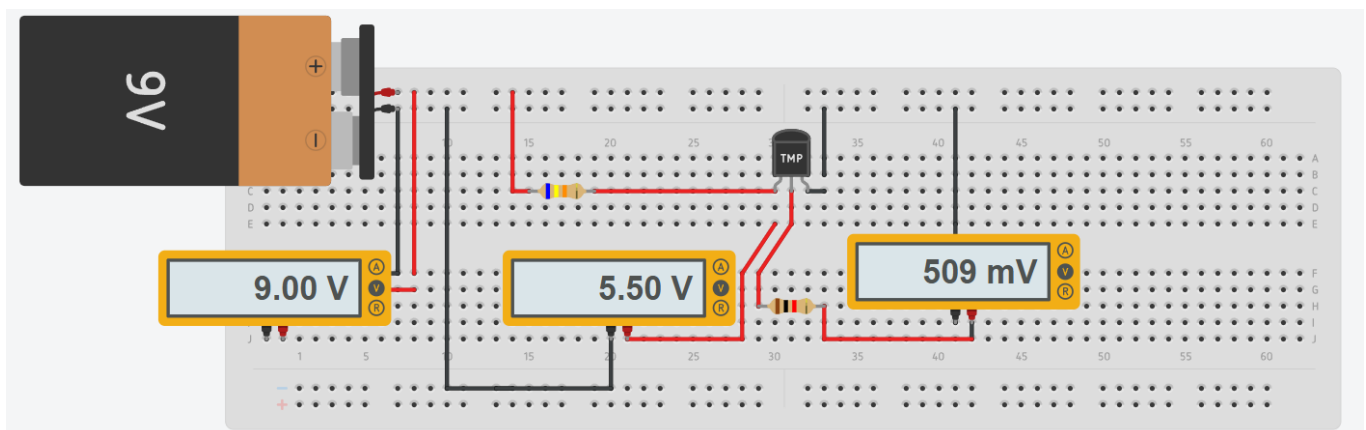
$$700mV = (10mV \cdot 20) + 500mV = V_{out}$$

• دما $40^{\circ}C$:

$$900mV = (10mV \cdot 40) + 500mV = V_{out}$$

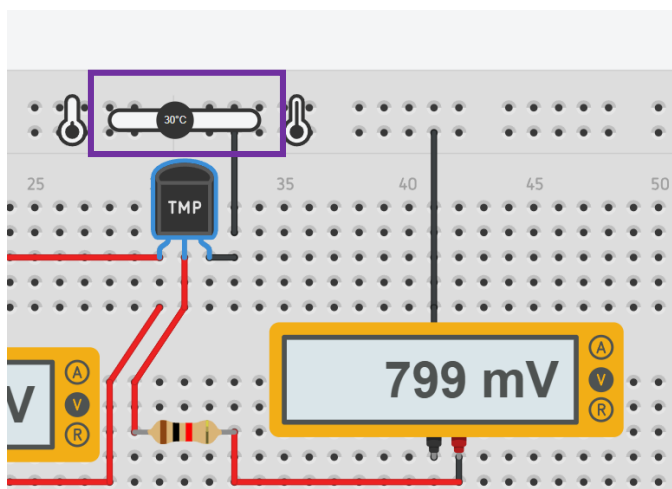
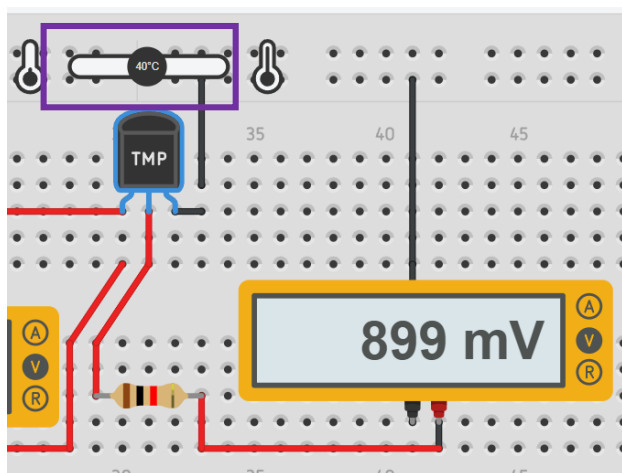
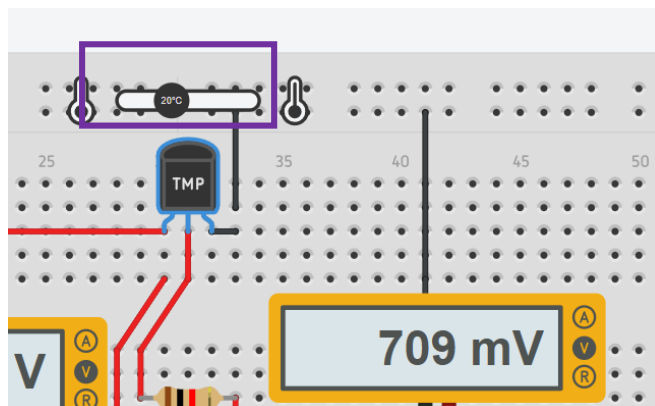
رنج ولتاژ خروجی: $700mV$ تا $900mV$.

بخش دوم) شبه سازی مدار:

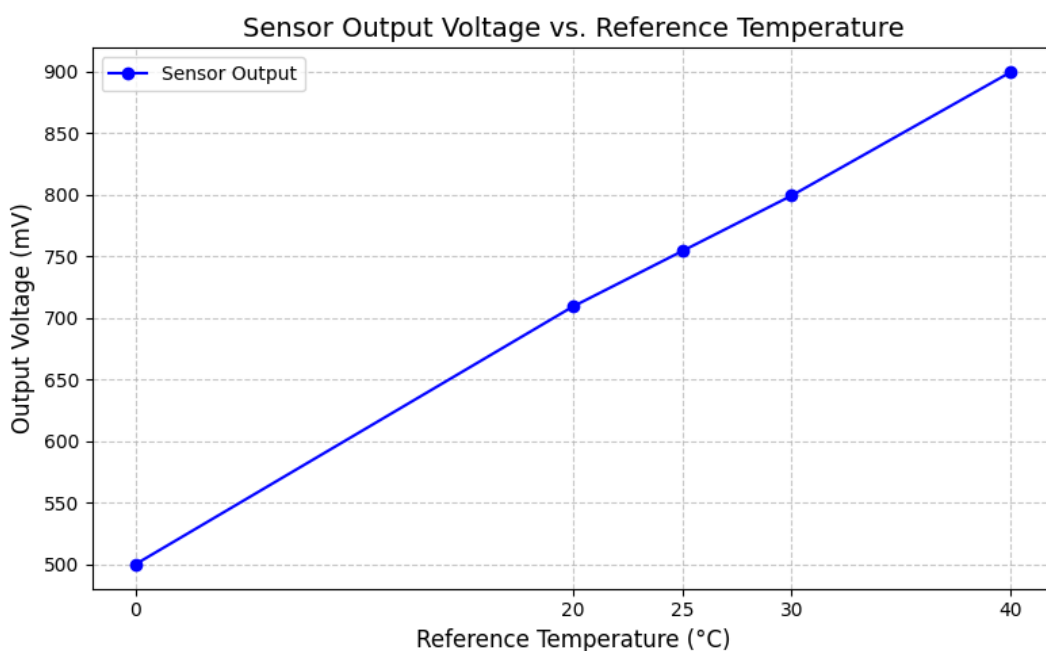


چون در سایت tinkercad.com باتری 5 ولت نداریم با استفاده از قانون اهم ورودی 9 ولت را به 5 ولت تبدیل میکنیم، همان طوریکه در شیماتیک شبه سازی می ببینید ورودی اصلی ما 9 ولت است بعد اینکه در مدار از مقاومت و قانون اهم استفاده کردیم منبع ما از 9 ولت به 5.50 ولت تغییر کرده است حالا با استفاده از چند نمونه ورودی در بازه 20 تا 40 درجه سانتی گرد مدار را تست کرده و خروجی این نمونه ها را ثبت میکنیم

ولتاژ خروجی	دمای مرجع
709mV	20°C
754mV	25°C
799mV	30°C
899mV	40°C



نمودار شبه سازی: اگر به نمودار دقت شود می ببینیم که رفتار تابع خطی است.



پس برای یافتن مدل همگر این تابع می توانیم از تابع خطی استفاده کرد

$$V_{out}(T) = a * T + b$$

$a \rightarrow$ شیب نمودار

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{899 - 709}{40 - 20} = \frac{190}{20} = 9.5$$

$b \rightarrow base \Rightarrow b = 509$

$$V_{out}(t) = 9.5 * t + 509$$

محدوده ولتاژ خروجی باری بازه 20 تا 40 درجه سانتی گرد با استفاده از فرومول شبه سازی:

$$V_{out}(20C) = 9.5 * 20 + 509 = 699mV$$

$$V_{out}(40C) = 9.5 * 40 + 509 = 899mV$$

اگر خروجی که بر اساس دیتاشیت بدست آمده را با خروجی شبه سازی مقایسه کنیم می بینیم که خطا ما حدوداً بین 1mV تا 9mV است.

1 (Range) (رنج)

Range در هر سیستم یا سیگنال، به بازه‌ای از مقادیر اشاره دارد که سیستم می‌تواند اندازه‌گیری، تولید یا پردازش کند. این بازه به صورت تفاوت بین حداکثر و حداقل مقدار قابل اندازه‌گیری یا تولید تعریف می‌شود.

فرومول:

$$Range = MaxValue - MinValue$$

$$Range(TMP36) = 125^{\circ}C - (-40^{\circ}C) = 165^{\circ}C$$

$$if \ maxValue = 40^{\circ}C \ and \ MinValue \ 20^{\circ}C \rightarrow Range = 40 - 20 = 20^{\circ}C$$

2) بازه دینامیکی (Dynamic Range) به بازه‌ای اشاره دارد که یک سیستم یا حسگر قادر است مقادیر را به طور دقیق و بدون خطا از حداقل مقدار تا حداکثر مقدار اندازه‌گیری کند.

فرومول:

$$Dynamic \ Range = \frac{MaxValue - MinValue}{Precision}$$

- حداکثر مقدار (Max Value): بالاترین مقدار ورودی که حسگر یا سیستم می‌تواند بدون اشباع شدن اندازه‌گیری کند.
- حداقل مقدار (Min Value): کوچک‌ترین مقدار ورودی که سیستم قادر به تشخیص آن است.
- دقت (Precision): کوچک‌ترین تغییری که سیستم می‌تواند به طور قابل اعتماد تشخیص دهد.

$$Precision(Resolution) = \frac{Vdd}{2^N}$$

$$if \ Vdd = 5V \ and \ N = 10bits$$

$$Precision = \frac{5v}{2^{10}} = 0.00488V$$

$$if \ range - 40 \ to \ 125 = 164$$

$$dynamic \ Range = \frac{165 * 10 + 500}{0.00488} = 440$$

فرض کنید از حسگر دمای TMP36 استفاده می‌کنیم که داده‌های ولتاژ خروجی را در بازه 20°C تا 40°C تولید می‌کند. ولتاژ خروجی به شرح زیر است:

- ولتاژ برای 20°C : مقدار 709mV
- ولتاژ برای 40°C : مقدار 899mV
- دقت مبدل آنالوگ به دیجیتال (ADC): 10-بیت و ولتاژ مرجع 5V .

محاسبه:

1. بازه ولتاژ:

$$190\text{mV} = 709\text{mV} - 899\text{mV} = \text{بازه ولتاژ}$$

2. دقت ADC (رزولوشن):

$$4.88\text{mV} \approx \frac{5\text{V}}{1024} = \frac{\text{ولتاژ مرجع}}{102} = \text{دقت}$$

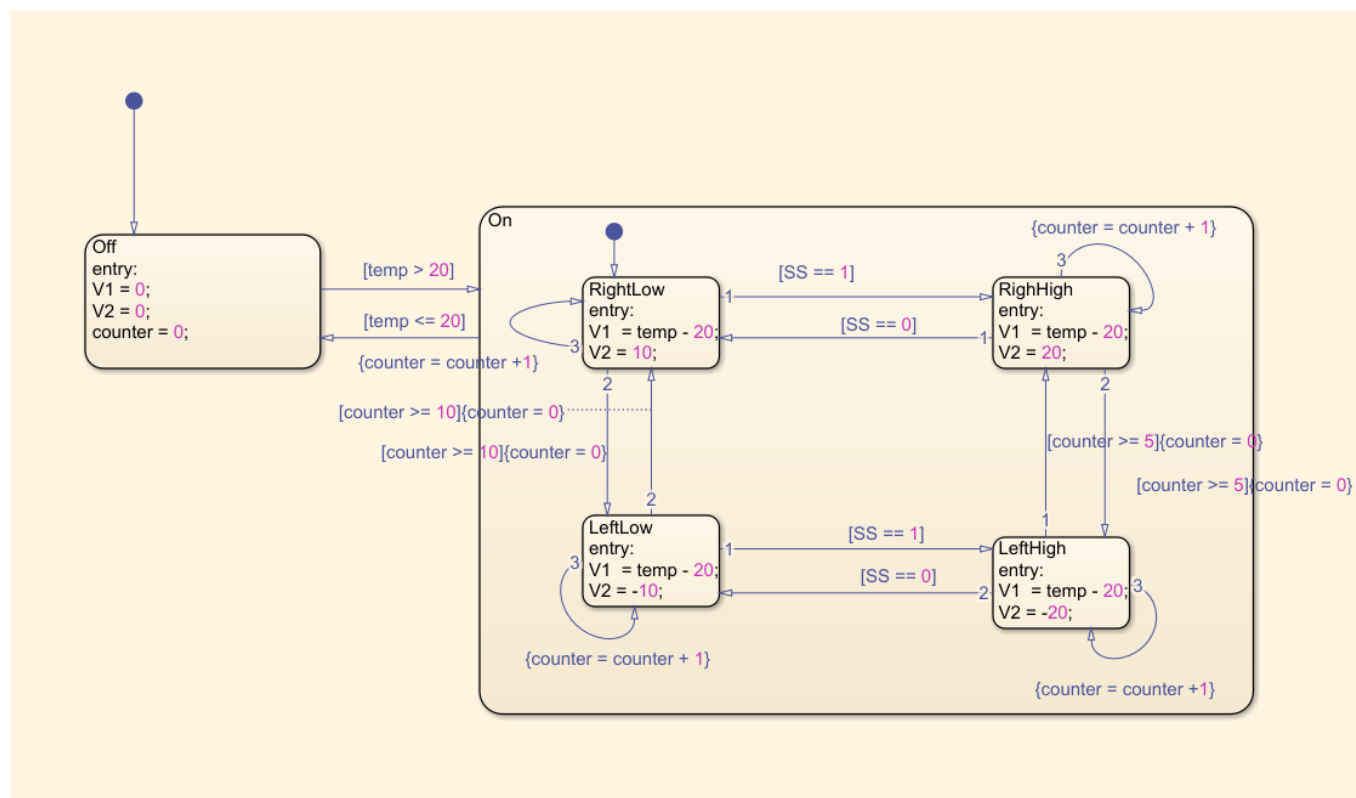
3. بازه دینامیکی:

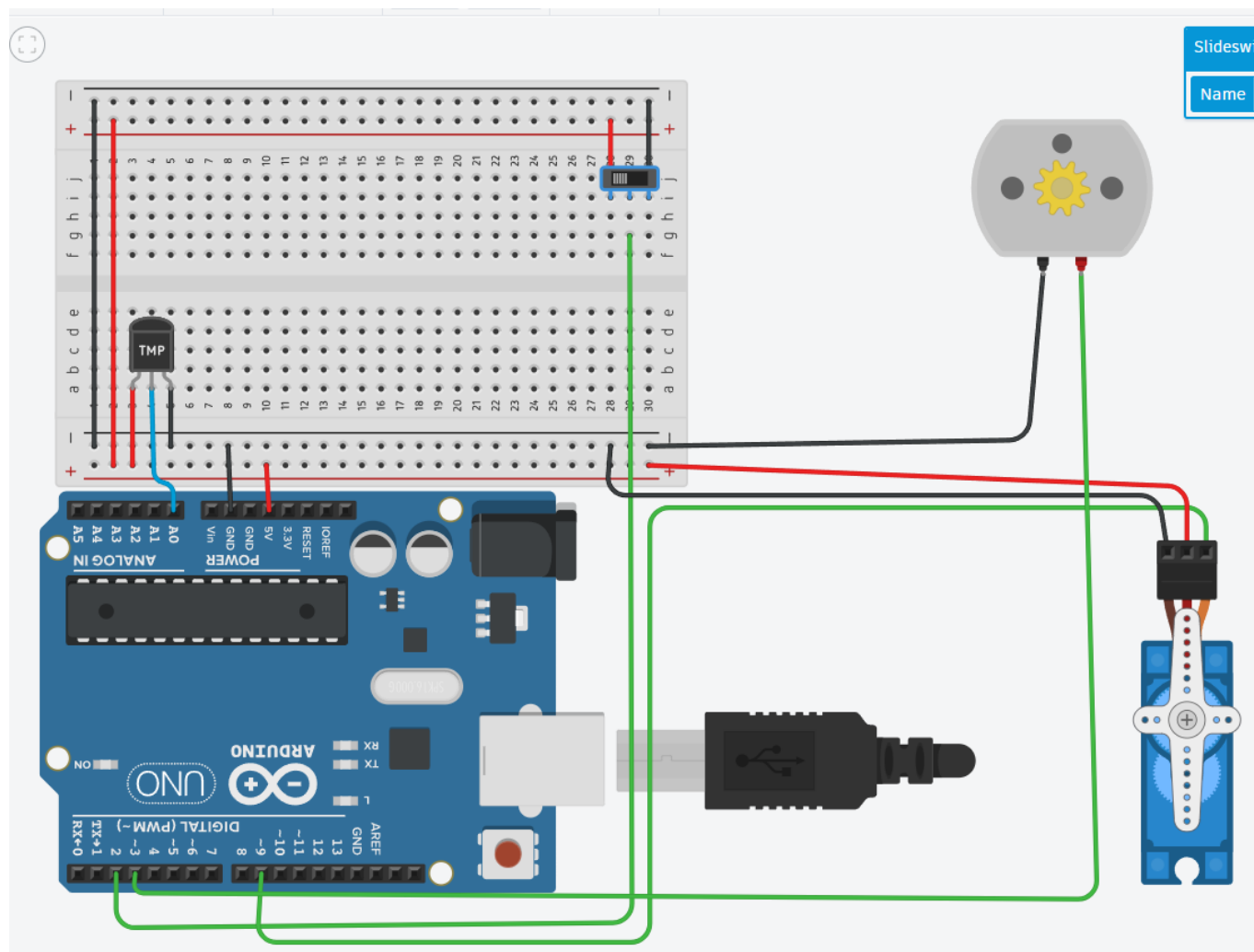
$$39 \approx \frac{190\text{mV}}{4.88\text{mV}} = \frac{\text{بازه ولتاژ}}{\text{دقت}} = \text{بازه دینامیکی}$$

بازه دینامیکی برابر با 39 است، یعنی سیستم قادر است 39 سطح ولتاژ مختلف را در بازه دمای 20°C تا 40°C اندازه‌گیری کند.

(بخش هـ)

State flow





لینک سایت:

https://www.tinkercad.com/things/1ulGTHNJjL-embded-hw5?sharecode=1p564Jir5DrXZ5YhfYdk23_YzQ5AWnB9IBYqNdnuxWc