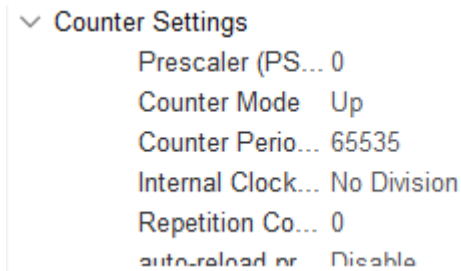


## Measuring Frequency of Square Wave

(3)



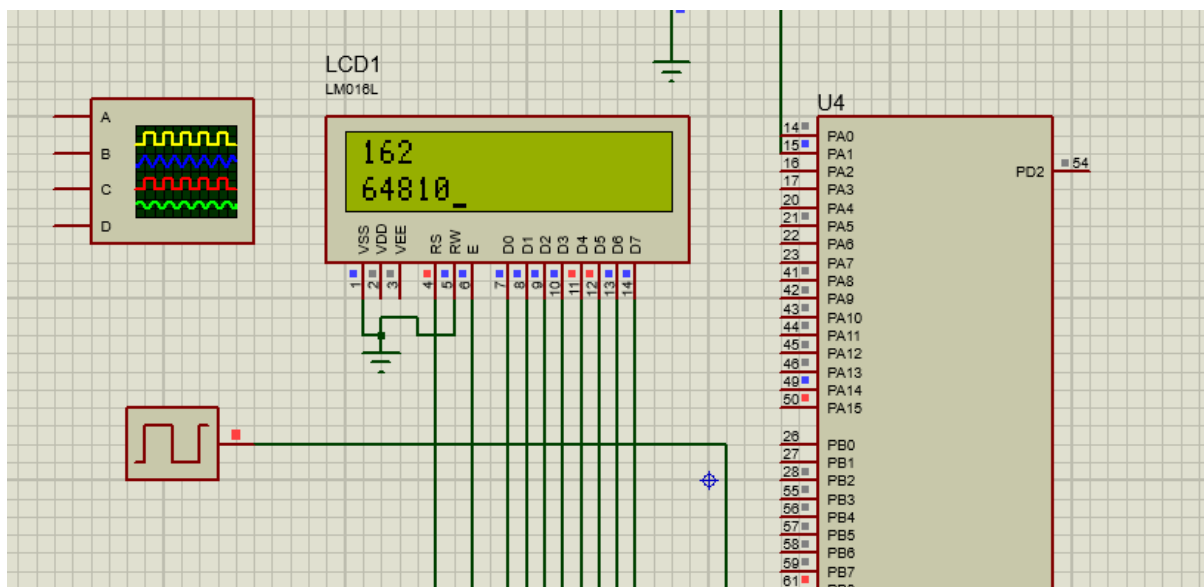
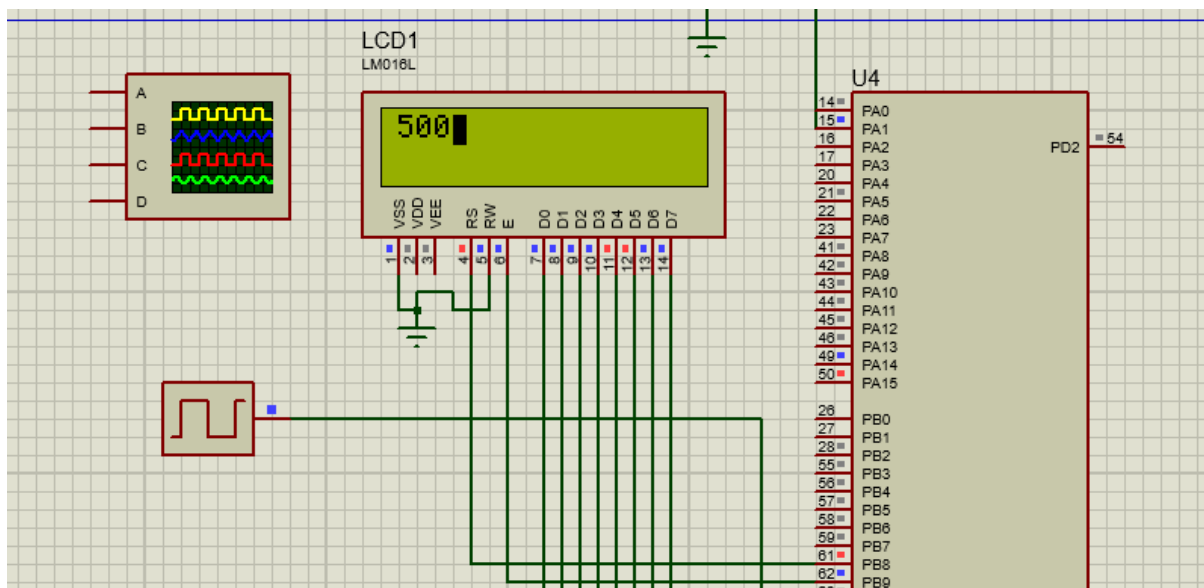
با تنظیمات بالا برای تایمر آزمایش را ادامه میدهیم

با توجه به مقادیر بالا و روش استفاده شده، حداقل فرکانس قابل اندازه گیری برابر  $160Hz = \frac{84M}{(65536)(8)}$  هرتز و حداکثر فرکانس قابل اندازه گیری برابر  $10.5MHz = \frac{84M}{8}$  هرتز است. اما در عمل به دلیل اینکه پروتئوس قادر به شبیه سازی درست میکروکنترلر در فرکانس بالا نیست، تا حدود 5000 هرتز را میتوان دید.

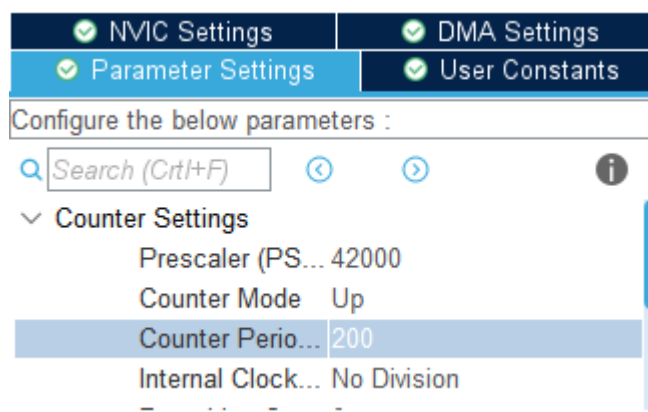
چون فرکانس اندازه گیری شده از معادله  $\frac{84M}{8 * Count}$  اندازه گیری میشود که Count برابر شمارش تایمر در زمان اندازه گیری بین دو لبه بالا رونده موج است، پس حداکثر خطا برای Count، 0.5 واحد است. با توجه به رابطه فوق هر چه فرکانس بالاتر رود دقت پایین می آید، مثلاً برای اندازه گیری فرکانس 237 هرتز داریم  $\frac{84M}{8 * 44304} = 236.999Hz$  که خطایی بسیار ناچیز است، اما برای اندازه گیری فرکانس 17Khz داریم  $\frac{84M}{8 * 618} = 16990Hz$  که یعنی 10Hz خطا داریم،

در فرکانس های پایین که خطای کمتر از 1Hz داریم صفحه نمایش به دلیل داشتن رزولوشن 1Hz محدود کننده دقت است.

میتوان گفت در محدوده  $[160Hz \sim 3000Hz]$  دقت ما برابر  $frequency \pm 1Hz$  است



فرکانس های ورودی 500Hz و 162Hz. نتایج شبیه سازی گفته های بالا را تایید میکند



فرکانس تایمر را طوری تنظیم کردیم که هر  $800ms$  اینتراپت دهد. پس فرکانس آن برابر  $1.25Hz$  است، پس حداقل فرکانس قابل اندازه گیری  $1.25Hz$  بوده و حداکثر فرکانس  $81920Hz = \frac{65536}{0.8}$  اندازه گیری میشود. اما با توجه به اینکه پروتئوس نمیتواند مدار را در فرکانس های بالا شبیه سازی کند، در عمل تا حدود  $10kHz$  را میتوان اندازه گرفت. ضمناً، عدد  $65536$  با توجه به تعداد بیت شمارنده تایمر ( $16$ ) گفته شده است، یعنی اگر متغیری بیشتر از این مقدار بیت به عنوان شمارشگر استفاده کنیم، فرکانس های بیشتری را میتوان اندازه گیری کرد.

فرکانس در این سیستم از رابطه  $\frac{Count}{0.8}$  به دست می آید که  $Count$  برابر تعداد لبه های بالا رونده دیده شده در ورودی است. با توجه به رابطه رزولوشن این سیستم برابر  $1.25Hz$  است اما چون صفحه نمایش بدون رقم اعشاری فرکانس را نشان میدهد در حالت کلی رزولوشن  $1Hz$  و دقت برابر  $F \pm 1Hz$  است.

آزمایش های عملی هم نتایج فوق را تایید میکند

مزیت روش دوم نسبت به روش اول، دقت ثابت در همه فرکانس ها حتی فرکانس های بالا، قابلیت اندازه گیری فرکانس های کمتر از  $160Hz$ ، و عیب روش دوم نسبت به روش یک، محدودیت در اندازه گیری فرکانس های بالا، دقت کمتر در اندازه گیری فرکانس های پایین و همچنین زمان محاسبه بیشتر است.

## Infrared Distance Sensor

### Absolute Maximum Ratings

Ta = 25°C, V<sub>CC</sub> = 5 VDC

PARAMETER	SYMBOL	RATING	UNIT
Supply Voltage	V <sub>CC</sub>	-0.3 to +7	V
Output Terminal Voltage	V <sub>O</sub>	-0.3 to (V <sub>CC</sub> +0.3)	V
Operating Temperature	T <sub>opr</sub>	-10 to +60	°C
Storage Temperature	T <sub>stg</sub>	-40 to +70	°C

### Operating Supply Voltage

PARAMETER	SYMBOL	RATING	UNIT
Operating Supply Voltage	V <sub>CC</sub>	4.5 to 5.5	V

### Electro-optical Characteristics

Ta = 25°C, V<sub>CC</sub> = 5 VDC

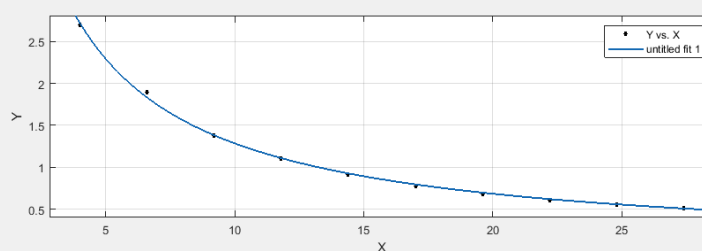
PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT	NOTES
Measuring Distance Range	ΔL		4	—	30	cm	1, 2
Output Terminal Voltage	V <sub>O</sub>	L = 30 cm	0.25	0.4	0.55	V	1, 2
Output Voltage Difference	ΔV <sub>O</sub>	Output change at ΔL (30 cm – 4 cm)	1.95	2.25	2.55	V	1, 2
Average Supply Current	I <sub>CC</sub>	L = 30 cm	—	33	50	mA	1, 2

L	4	6.6	9.2	11.8	14.4	17	19.6	22.2	24.8	27.4
Vo	2.7	1.9	1.38	1.1	0.91	0.78	0.684	0.61	0.55	0.51

#### Results

General model Rat01:  
 $f(x) = (p1) / (x + q1)$   
 Coefficients (with 95% confidence bounds):  
 p1 = 14.6 (14.01, 15.19)  
 q1 = 1.361 (1.078, 1.644)

Goodness of fit:  
 SSE: 0.005821  
 R-square: 0.9987  
 Adjusted R-square: 0.9985  
 RMSE: 0.02698



5)

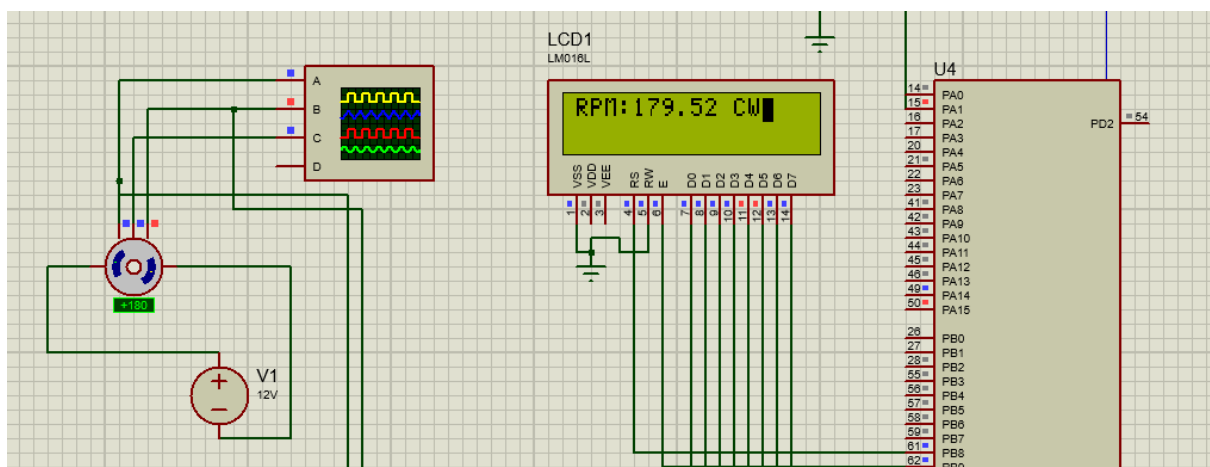
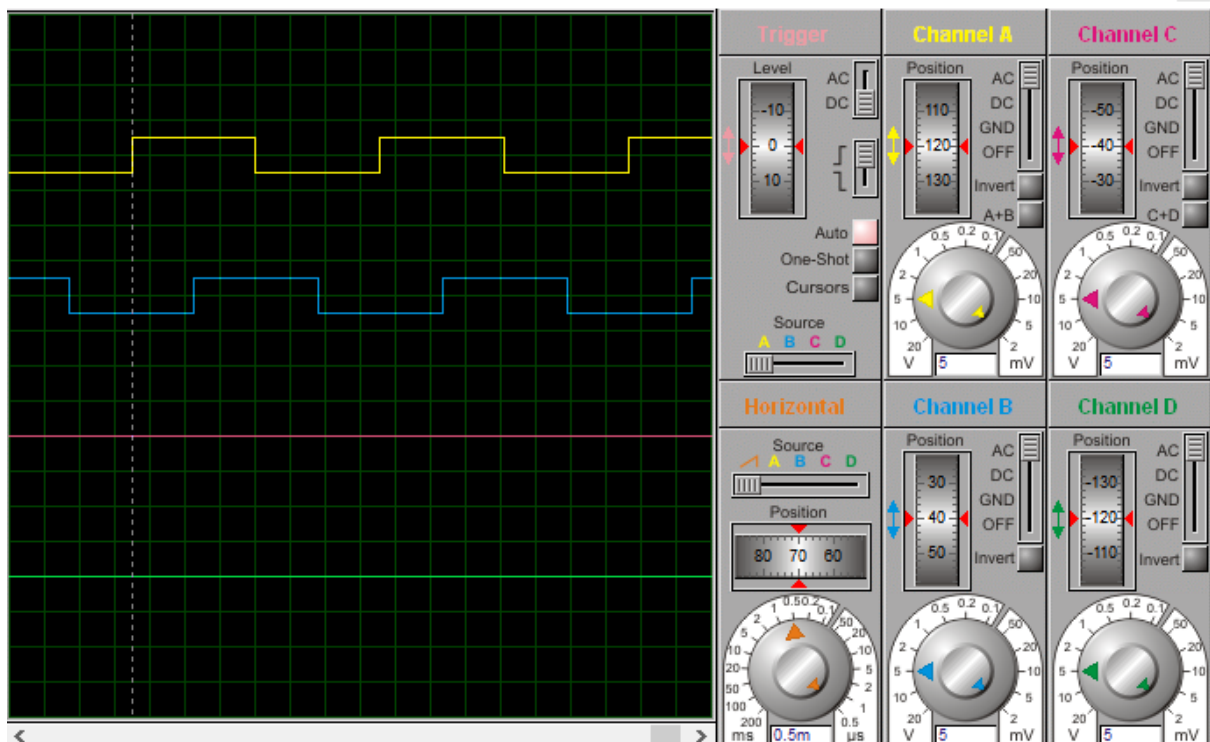
$$\frac{2.7}{4096} = 0.66mV : \text{دقت اندازه گیری ADC}$$

پس حد اکثر خطای ممکن برابر  $0.04cm$  خواهد بود، اما با توجه به اینکه معادله درونیابی شده با متلب کامل بر معادله واقعی منطبق نیست، خطای بیشتری (در عمل  $\pm 0.3cm$ ) داریم.

$$accuracy = L \pm 0.3cm$$

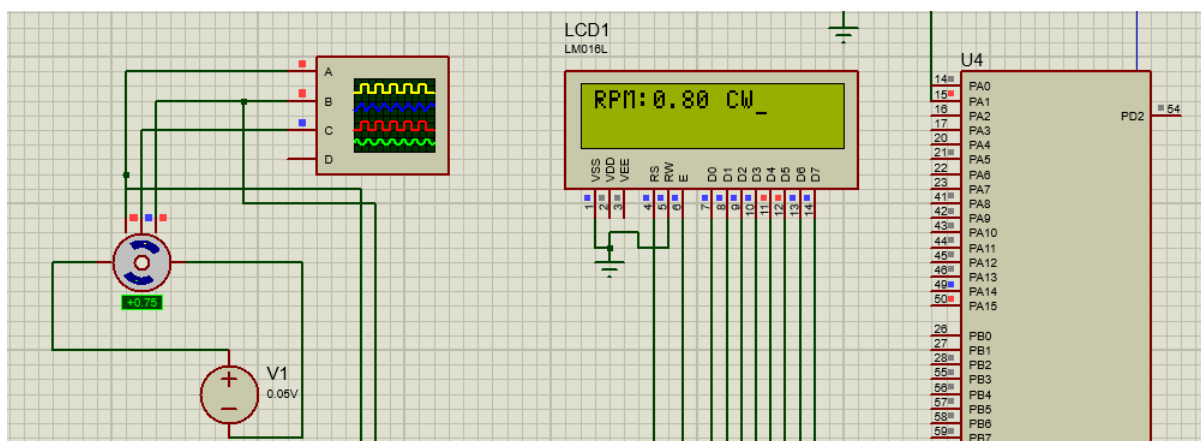
## Incremental encoder

Digital Oscilloscope



(5)

برای محاسبه سرعت از روش دوم در سوال ۴ استفاده کردیم، پس حداقل فرکانس قابل اندازه گیری  $1.25\text{Hz}$  است. سرعت بر حسب  $RPM$  از رابطه  $60 \cdot \frac{Count}{0.8(94)}$  به دست می آید که  $Count$  برابر تعداد لبه های بالا رونده در زمان  $800\text{ms}$  میباشد، پس حداقل سرعت قابل اندازه گیری برابر  $0.8RPM = 60 \cdot \frac{1.25}{94}$  میباشد

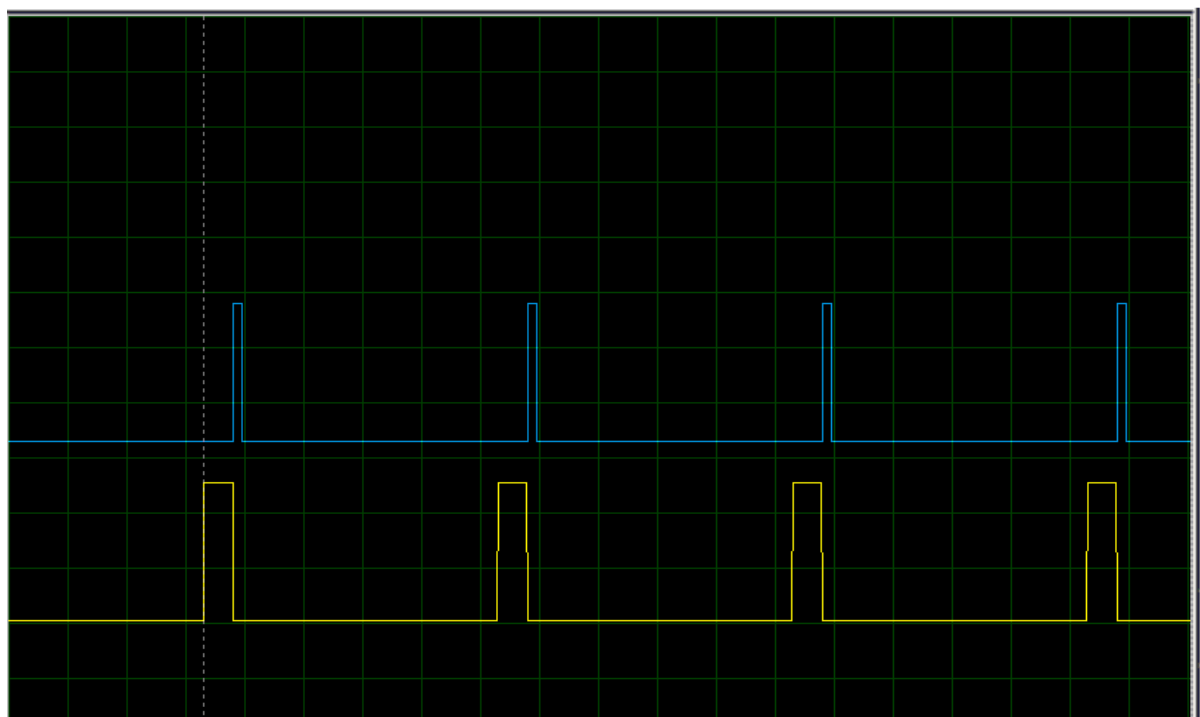


حداکثر سرعت قابل اندازه گیری نیز برابر  $52289RPM = 60 \cdot \frac{81920}{94}$  خواهد بود، اما حداکثر سرعت موتور طبق آزمایش برابر  $1000RPM$  است.

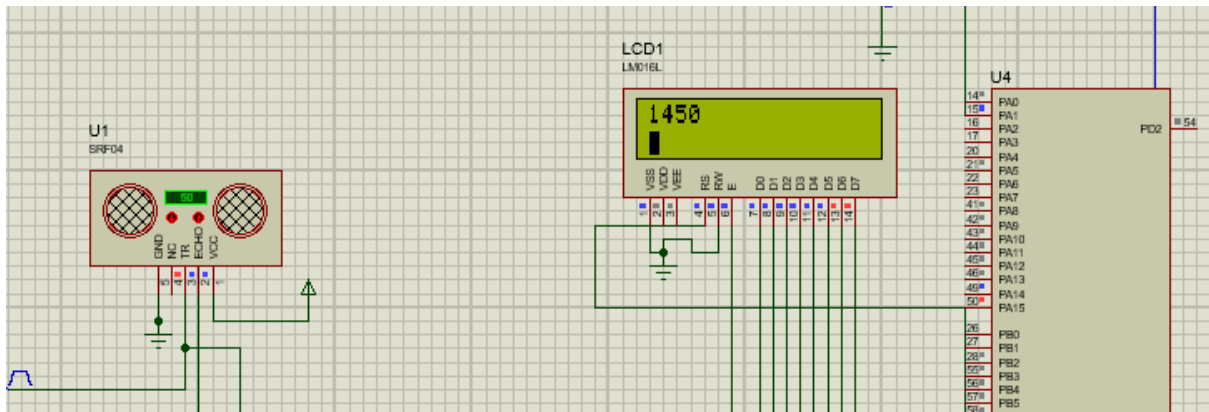
دقت دستگاه برابر  $0.8RPM$  .

## Ultrasonic Distance Sensor

Digital Oscilloscope

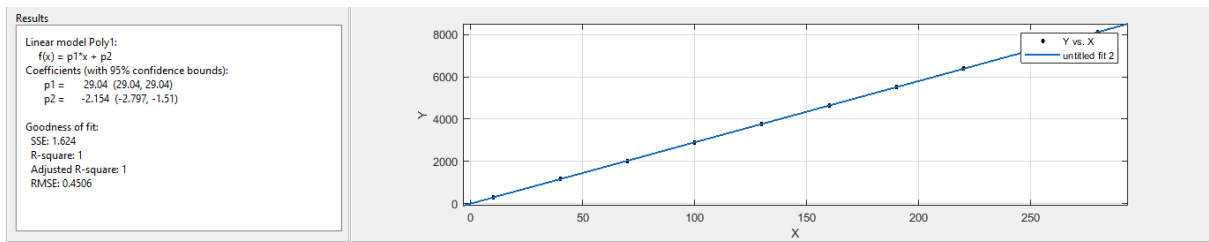


## رنگ زرد TR و رنگ آبی ECHO

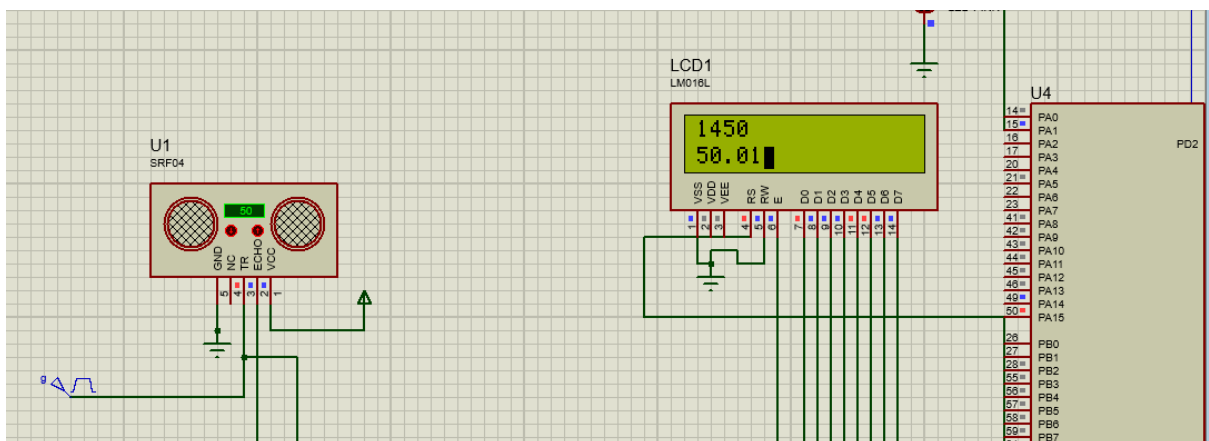


Distance(cm)	10	40	70	100	130	160	190	220	250	280
Time(μs)	289	1159	2030	2902	3773	4644	5515	6386	7258	8129

محدوده حسگر برابر  $[3cm \sim 330cm]$  میباشد. و بعد از 330cm مقداری غلط نشان داده میشود.



سرعت صوت به صورت:  $344 \text{ m/s} = \frac{1}{29.04} \cdot 10^4$  به دست می آید.



زمان را با دقت  $\pm 2\mu s$  اندازه میگیریم، پس دقت محاسبه طول برابر  $0.068cm = \frac{2}{29.04}$  خواهد بود یعنی دقت اندازه گیری ما به صورت  $Distance = d \pm 0.068cm$  میباشد.

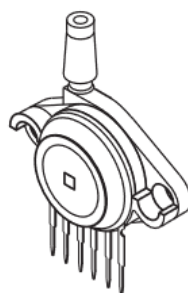
## Pressure Sensor

ORDERING INFORMATION									
Device Name	Package Options	Case No.	# of Ports			Pressure Type			Device Marking
			None	Single	Dual	Gauge	Differential	Absolute	
Unibody Package (MPX4250 Series)									
MPX4250D	Tray	867	•				•		MPX4250D
MPX4250GP	Tray	867B		•		•			MPX4250GP
MPX4250DP	Tray	867C			•		•		MPX4250DP

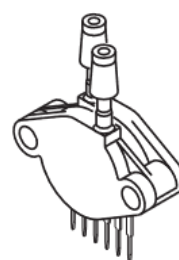
### UNIBODY PACKAGES



MPX4250D  
CASE 867



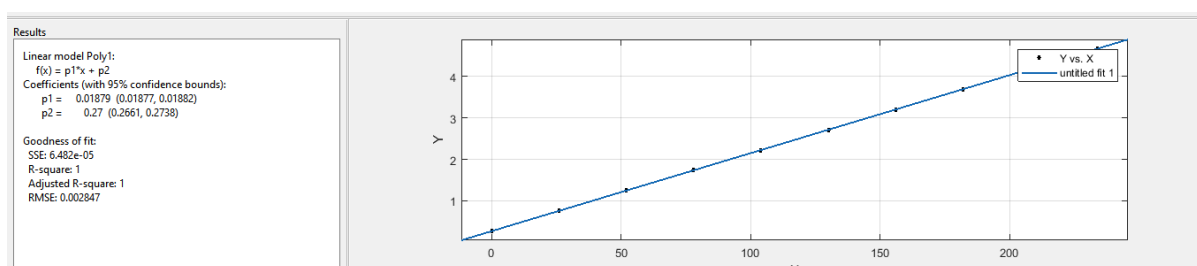
MPX4250GP  
CASE 867B



MPX4250DP  
CASE 867C

با توجه به دیتاشیت، این نوع حسگر، فشار تفاضلی را برحسب پاسکال اندازه گیری میکند.

V	0	26	52	78	104	130	156	182	208	234
Pressure(kPa)	0.27	0.758	1.25	1.74	2.22	2.71	3.2	3.69	4.18	4.67



$$\frac{5}{4096} = 1.22mV : \text{دقت اندازه گیری ADC}$$

پس با توجه به معادله بدست آمده دقت  $P \pm 0.06Kpa$  است که چون نمایشگر ارقام اعشاری را نشان نمیدهد، دقت سیستم توسط میکروکنترلر محدود نمیشود و فشارهای مورد نظر بدون خطا روی صفحه، نمایش داده میشوند.

$$Accuracy = P \pm 0$$