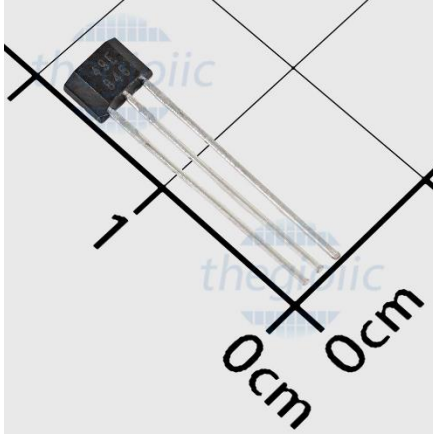


THIẾT KẾ MẠCH SCHMITT TRIGGER CHO HALL SENSOR

I. Lựa chọn linh kiện:

1.1. Hall sensor SS49E:



Ảnh 1: Hall sensor SS49E

Cảm biến trường từ Hall SS49E có ngõ ra thuộc loại tuyến tính (linear).

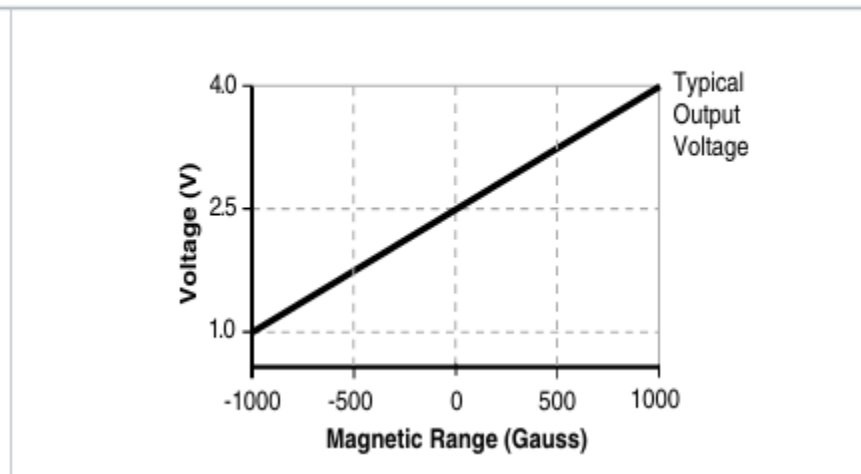
Table 2. Absolute Maximum Ratings

Characteristic	Parameter
Supply voltage (Vs)	-5.0 Vdc to 8.0 Vdc
Output current	10 mA
Storage temperature	-55 °C to 165 °C [-67 °F to 329 °F]

Ảnh 2: Các giá trị cực đại của cảm biến

SS49E có ngưỡng điện áp hoạt động rộng hơn (từ 2.7V – 6.5V) do đó có thể sử dụng mức 3.3V để cấp cho toàn bộ khối Hall này. Từ đó có thể giữ phương án cũ là sử dụng 1 viên pin 18650 4.2V và chỉ cần một mạch step down 3.3V để cấp nguồn cho toàn bộ hệ thống cảm biến (giảm hao phí do chỉ qua một mạch nguồn).

Figure 2. Transfer Characteristics (Vs = 5.0 Vdc)



Ảnh 3: Đặc tính chuyển đổi của cảm biến (Vs=5V)

Như đã trình bày ở trên, hall sensor trong thiết kế này sẽ được cấp nguồn điện $V_s = 3.3V$. Sử dụng phương pháp tỉ lệ hóa đồ thị trên để suy ra các giá trị khi sử dụng nguồn điện $V_s = 3.3V$:

Hệ số tỉ lệ:

Với nguồn 5V, điện áp ngõ ra thay đổi từ 1.0V đến 4.0V \rightarrow khoảng thay đổi = 3V.

Với nguồn 3.3V, khoảng thay đổi này sẽ là $\frac{3.3}{5} \times 3 = 1.98(V)$

Tại tâm của đồ thị:

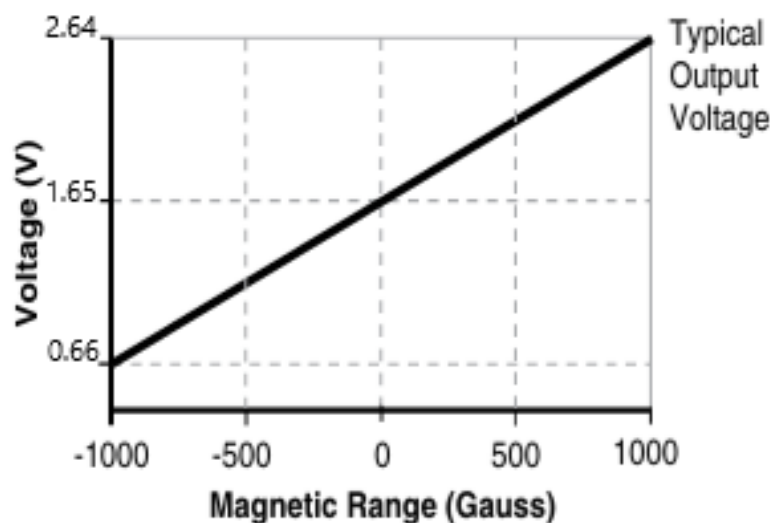
Với nguồn 5V, ngõ ra tại 0 Gauss là 2.5V.

\rightarrow Với nguồn 3.3V, điện áp tại 0 Gauss sẽ tỷ lệ theo 3.3V như sau: $V_{Gauss=0} = 2.5 \times \frac{3.3}{5} = 1.65 (V)$

Phạm vi điện áp ngõ ra ở các điểm ± 1000 Gauss:

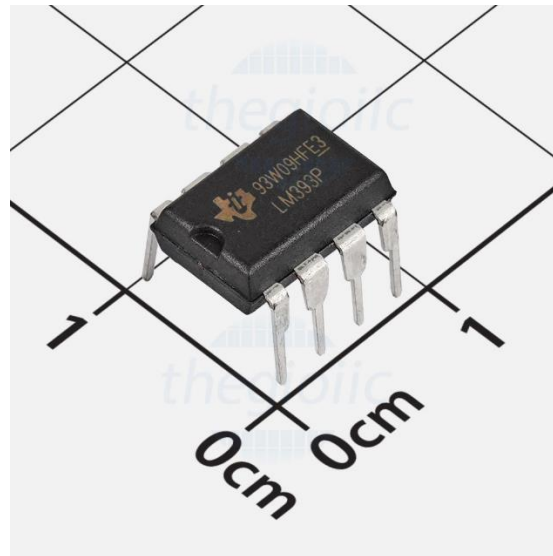
- +1000 Gauss: Điện áp ngõ ra sẽ là $1.65 + \frac{1.98}{2} = 2.64(V)$
- -1000 Gauss: Điện áp ngõ ra sẽ là $1.65 - \frac{1.98}{2} = 0.66(V)$

Khi đó ta có thể tương đương được đồ thị đặc tính chuyển đổi ở $V_s = 3.3V$:



Ảnh 4: Đặc tính chuyển đổi của cảm biến ($V_s = 3.3V$)

1.2. Op Amp LM393:



Ảnh 5: Op Amp LM393

LM393 có điện áp hoạt động phù hợp với hệ thống (trong khoảng 0-36V)

6.1 Absolute Maximum Ratings

over operating free-air temperature range (unless otherwise noted) ⁽¹⁾

			MIN	MAX	UNIT
V _{CC}	Supply voltage ⁽²⁾	Non-B Versions	-0.3	36	V
		B Versions Only		38	
V _{ID}	Differential input voltage ⁽³⁾	Non-B Versions	-36	36	V
		B Versions Only	-38	38	
V _I	Input voltage (either input)	Non-B Versions	-0.3	36	V
		B Versions Only		38	
I _{IK}	Input current ⁽⁵⁾			-50	mA
V _O	Output voltage	Non-B Versions	-0.3	36	V
		B Versions Only		38	
I _O	Output current	Non-B Versions		20	mA
		B Versions Only		25	
I _{SC}	Duration of output short circuit to ground ⁽⁴⁾		Unlimited		
T _J	Operating virtual-junction temperature			150	°C
T _{stg}	Storage temperature		-65	150	°C

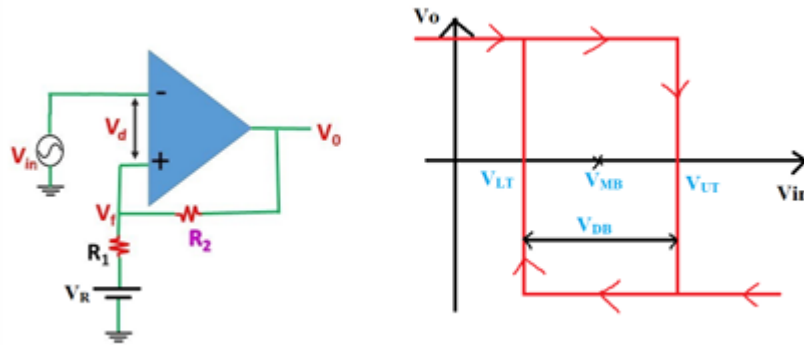
Ảnh 6: Các giá trị cực đại

Ngoài ra, nó còn có các đặc điểm sau:

- Độ lệch ngõ vào thấp (input offset) : 0,37 mV.
- Dòng phân cực ngõ vào thấp (input bias): 3,5 nA.
- Dòng cung cấp (supply-current) thấp: 200 μ A cho mỗi bộ so sánh.
- Thời gian đáp ứng nhanh: 1 μ s.

II. Tính toán lý thuyết và mô phỏng mạch:

2.1.1. Tính toán lý thuyết:



Ảnh 7: Mạch Schmitt Trigger

Cấp nguồn cho LM393 bằng nguồn 3.3VDC $\rightarrow V_{OH} \approx 3.3V$ và $V_{OL} \approx 0V$

Dựa vào **Đặc tính chuyển đổi của cảm biến** ($V_s=3.3V$) chọn $V_{DB}=0.8(V)$, $V_{MB}=1.6(V)$.

Với $V_{DB} = V_{UT} - V_{LT} = (V_{OH} - V_{OL}) \frac{R_1}{R_1 + R_2}$. Thay $V_{DB}=0.8V$, ta được: $0.8 = 3.3 \frac{R_1}{R_1 + R_2}$.

Chọn trị số $R_1=2.2 K\Omega \rightarrow R_2 = 6.8K\Omega$

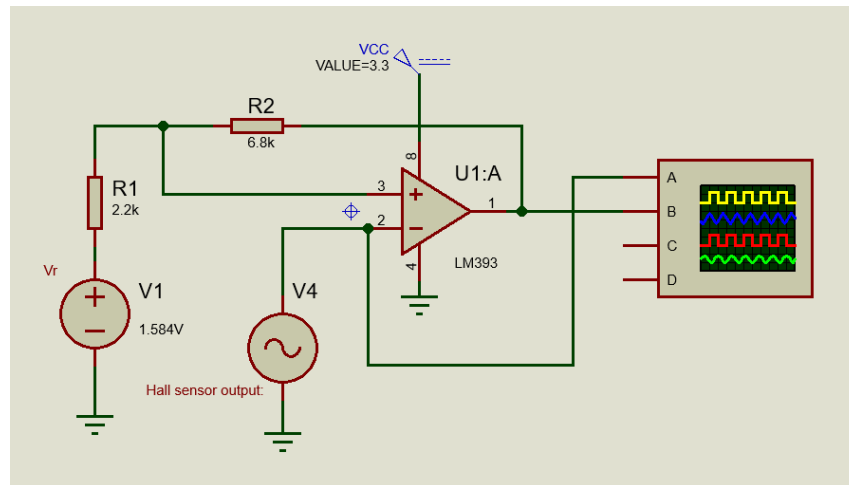
Ta có công thức tính V_{MB} :

$$V_{MB} = \frac{V_{OH} - V_{OL}}{2} \frac{R_1}{R_1 + R_2} + V_R \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Thay các giá trị R_1, R_2 và V_{MB} vào công thức trên $\rightarrow V_R = 1.584 V$. Tuy nhiên, trong mạch thực tế V_{MB} có thể được điều chỉnh tùy vào khoảng cách từ nam châm đến cảm biến hall, do đó có thể sử dụng biến trở để dễ dàng thay đổi giá trị V_{MB} này.

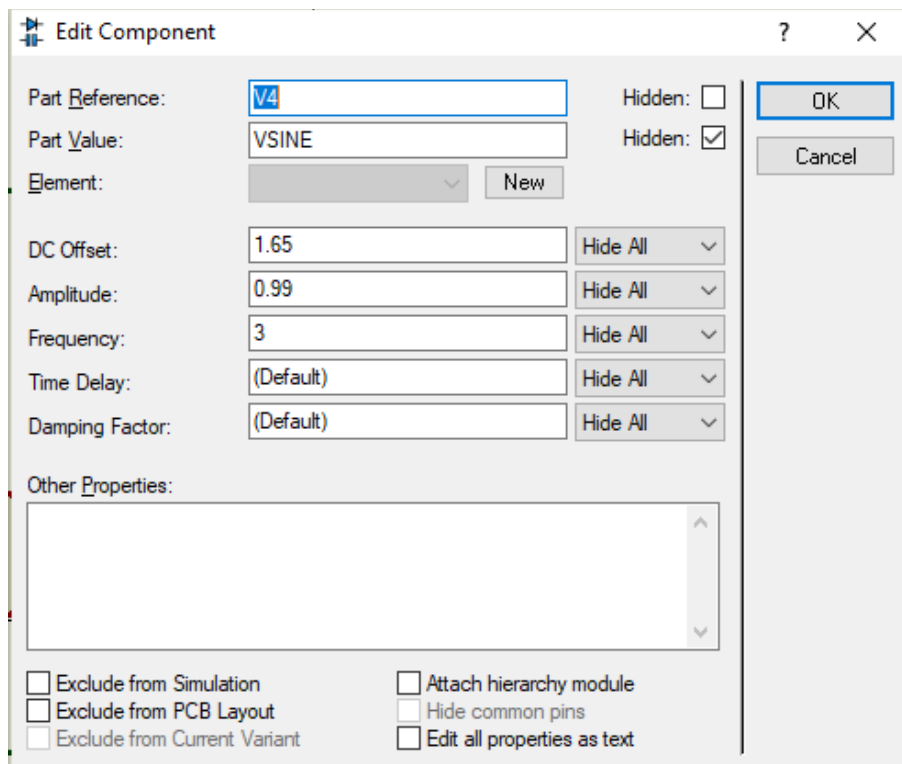
2.1.2. Mô phỏng mạch

Sử dụng phần mềm mô phỏng Proteus 8.0. Xây dựng mạch cần mô phỏng:



Ảnh 8: Mạch mô phỏng

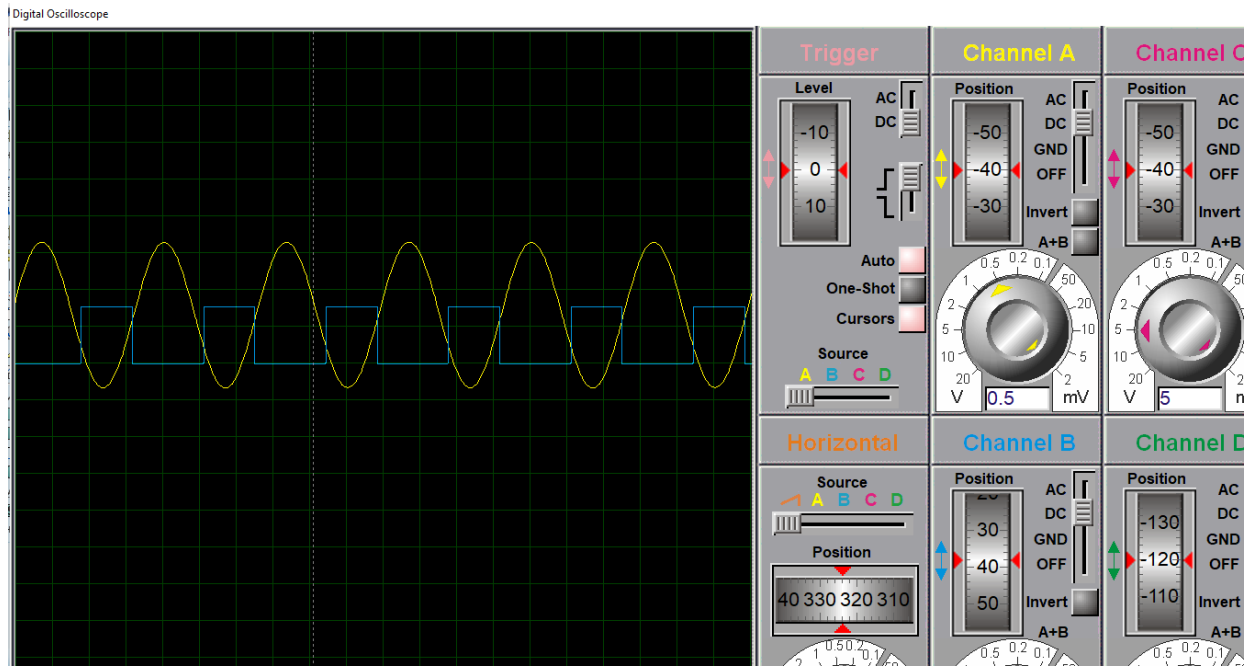
Giải thích mạch: Các giá trị linh kiện được chọn theo tính toán ở phần trên. Với V4 là tín hiệu ngõ ra của Hall sensor được cài đặt giá trị như sau:



Ảnh 9: Cấu hình mô phỏng ngõ ra Hall sensor

DC Offset = 1.65V, biên độ bằng 0.99V tần số bằng 3 Hz (minh họa cho sự thay đổi của ngõ ra hall sensor).

Kết quả mô phỏng:



Ảnh 10: Dạng sóng ngõ ra

→Kết luận: dạng sóng ngõ ra phù hợp với yêu cầu thiết kế là chuyển tín hiệu analog từ ngõ ra của Hall sensor sang tín hiệu digital.

III. Tài liệu tham khảo

[1] SS49E Datasheet: https://www.mouser.co.uk/datasheet/2/187/HWSC_S_A0012826248_1-3073340.pdf

[2] LM393 Datasheet: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm193.pdf>

[3] Hieu Nguyen, *Applied Electronics (EE3129), Chapter 2-3: Op Amp Circuits and Application.*