

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐIỆN – ĐIỆN TỬ
KHOA TỰ ĐỘNG HÓA

TÀI LIỆU HƯỚNG DẪN THÍ NGHIỆM
KỸ THUẬT CẢM BIẾN
EE4502

Họ và tên: Lê Thanh Hải
MSSV: 20191813
Lớp – khóa: Điện tử tự động, lớp 09 - K64
Mã lớp TN: 725425

Hà Nội, 2022

Memory 4
RTD In P100(90)385 4 Wire 108.86 Ω

22.74 °C

P1 Max. 30.000 0.00 /min

Hình 3: Màn hình giao diện HPC40 ở chế độ đo nhiệt độ

b. Tiến hành

- Cắm cảm biến Pt-100 vào khe nhiệt của ETC-400A.
- Cài đặt giá trị nhiệt độ tham chiếu T_0 cho ETC-400A cao hơn nhiệt độ môi trường khoảng 5-10 độ C, đợi cho đến khi nhiệt độ ổn định (máy sẽ phát ra âm thanh báo hiệu).
- Quan sát giá trị nhiệt độ T_x hiển thị trên EPC40 và so sánh với giá trị tham chiếu.
- Rút que đo ra khỏi ETC-400A khoảng 30 giây rồi cắm lại. Ghi lại giá trị nhiệt độ.
- Thực hiện 3 lần như trên.
- Tính sai số tương đối của EPC40, sai số nhỏ hơn 0.015% là thiết bị vẫn hoạt động tốt.
- Thực hiện xong, tắt máy, giữ nguyên các dây kết nối.

Nhận xét:

+ HPC 0.4 kết nối, sai lệch nhiệt độ đo được so vs nhiệt độ tham chiếu không đáng kể, sai số nhiệt độ đo là nhiệt độ không quá 0.5%
+ Khi nhiệt độ tăng lên, sai số nhiệt độ cũng tăng lên, song 7% sai số nhiệt độ vẫn nằm trong khoảng từ 0 - 0.5%
+ Sai số nhiệt độ đến từ sai số của CB Pt 100 và sai số của transmitter HPC 4.0. HPC 4.0 có sai số rất nhỏ (có 0,015%), do đó sai số chủ yếu đến từ CB Pt 100.

2. Thí nghiệm 2: Xác định đặc tính của nhiệt điện trở Pt-100

a. Chuẩn bị

Các bước chuẩn bị như thí nghiệm 1.

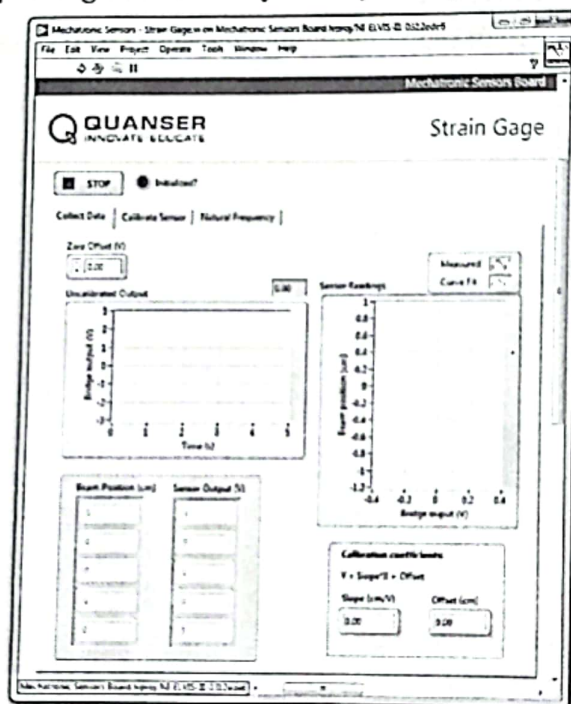
b. Tiến hành

- Cắm cảm biến Pt-100 vào khe nhiệt của ETC-400A.
- Cài đặt giá trị nhiệt độ tham chiếu T_0 cho ETC-400A ở khoảng cao hơn nhiệt độ môi trường, đợi cho đến khi nhiệt độ ổn định (máy sẽ phát ra âm thanh báo hiệu). Lưu ý nhiệt độ tối đa được phép sử dụng là 50°C.
- Quan sát giá trị nhiệt độ T_x và điện trở R_T hiển thị trên EPC40, ghi lại vào **Bảng 2**.
- Rút que đo ra khỏi ETC-400A khoảng 30 giây rồi cắm lại. Ghi lại giá trị T_x và R_T .
- Thực hiện rút ra cắm lại như vậy 3 lần.
- Tăng giá trị nhiệt độ tham chiếu và thực hiện lại các bước như trên. Lưu ý, hạn chế việc giảm nhiệt độ vì quá trình tản nhiệt tốn nhiều thời gian hơn quá trình gia nhiệt.
- Thực hiện xong, tắt máy.

Bảng 5

Tăng φ					Giảm φ				
Góc (φ)	Điện áp (U)				Góc (φ)	Điện áp (U)			
	Lần 1	Lần 2	Lần 3	TB		Lần 1	Lần 2	Lần 3	TB
0	0,82	0,91	0,91	0,88	180	4,12	4,24	4,12	4,19
30	1,54	1,52	1,51	1,52	120	3,22	3,22	3,14	3,19
60	2,05	2,1	2,08	2,07	90	2,62	2,6	2,6	2,63
90	2,63	2,68	2,62	2,64	60	2,05	2,04	2,01	2,02
120	3,31	3,22	3,30	3,28	30	1,45	1,45	1,5	1,47
180	4,11	4,24	4,2	4,19	0	0,91	0,91	0,99	0,94

2. Thí nghiệm 2: Đo lực bằng cảm biến điện trở lực căng



Hình 7: Màn hình giao diện chương trình Strain Gage

a. Chuẩn bị thí nghiệm

- Cảm biến điện trở lực căng có điện trở danh định là $R = 350\Omega$ và $Gage Factor = 2$.
- Cấp nguồn cho NI Elvis III.
- Kết nối NI Elvis III với máy tính thông qua cổng USB Type-C.
- Lắp bo mạch cảm biến Quanser vào thiết bị NI Elvis III.
- Bật công tắc nguồn cho bo mạch, khi đó LED trên công tắc và trên bo sẽ sáng.
- Khởi động LabVIEW và mở project Mechatronics Sensors Board.lvproj
- Từ cửa sổ Project Explorer, mở chương trình Mechatronics Sensors – Strain Gate.vi

b. Tiến hành

- Ấn Run để chạy VI, đợi cho đến khi đèn Initialized? sáng.
- Điều chỉnh đầu thanh đàn hồi ở vị trí $x = 0$. Quan sát giá trị U_{offset} hiển thị trên Uncalibrated Output, ghi lại và nhập giá trị đó vào ô Zero Offset.

Bảng 2

$T_0 (^{\circ}\text{C})$	$T_x (^{\circ}\text{C})$			$T_{TB} (^{\circ}\text{C})$	$\Delta T (^{\circ}\text{C})$	$R_T (\Omega)$			$R_{Tb} (\Omega)$
	Lần 1	Lần 2	Lần 3			Lần 1	Lần 2	Lần 3	
33	32,98	32,96	33,02	32,99	0,01	112,82	112,83	112,80	112,82
62	62,03	62,06	62,09	62,06	0,06	123,91	123,94	123,96	123,94
90	89,88	90,05	89,85	89,93	0,07	134,60	134,72	134,74	134,72
120	119,81	120,18	119,82	119,94	0,06	146,28	146,22	146,35	146,32
150	149,72	149,85	150,24	149,94	0,06	157,65	157,66	157,86	157,72

IV. CÂU HỎI

- Hoàn thiện **Bảng 2**. Xác định sai số tương đối của mỗi phép đo.
- Xác định độ nhạy của cảm biến, xác định sự phụ thuộc R_T vào nhiệt độ.
- Vẽ đường cong chuẩn của cảm biến.

① Xét sai số tương đối của mỗi phép đo, tại:

$$T_0 = 33^{\circ}\text{C} : S_T = \frac{\Delta T}{T} = \frac{0,01}{33} = 0,03\%$$

$$T_0 = 62^{\circ}\text{C} : S_T = 0,1\%$$

$$T_0 = 90^{\circ}\text{C} : S_T = 0,08\%$$

$$T_0 = 120^{\circ}\text{C} : S_T = 0,05\%$$

$$T_0 = 150^{\circ}\text{C} : S_T = 0,04\%$$

② + Xét độ nhạy của CB: $R = f(T)$

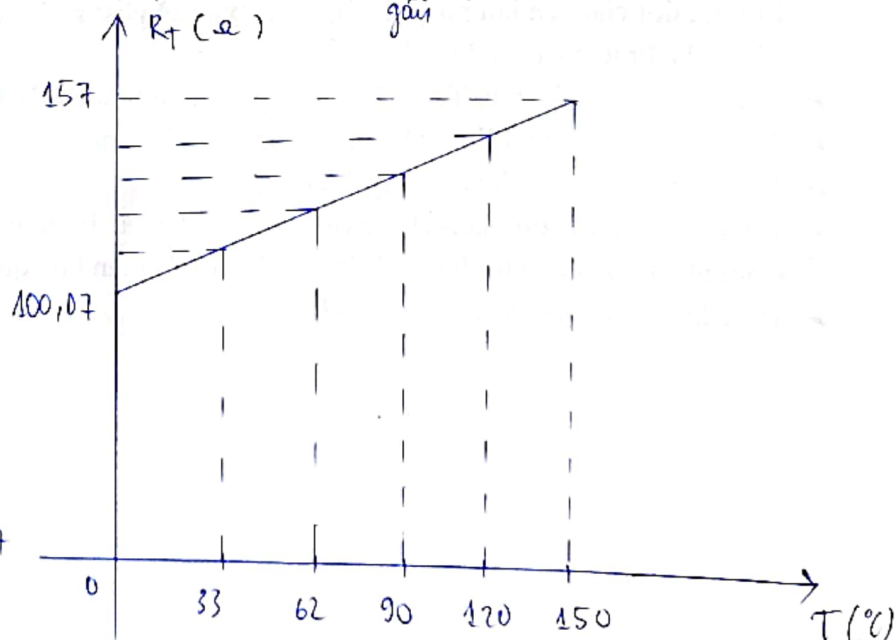
$$\Rightarrow K = \left| \frac{\Delta R}{\Delta T} \right|$$

+ Xét sự phụ thuộc của R_T vào T .

$$\text{Ta có: } R = R_0 (1 + \alpha T)$$

$T (^{\circ}\text{C})$	Độ nhạy K
33	0,3885
62	0,3862
90	0,3858
120	0,3860
150	0,3848

Nx: độ nhạy K xấp xỉ nhau ở các T° khác nhau
 \Rightarrow pt 100 có dạng tuyến tính của R và T .



③ Vẽ đồ thị

$$\text{Chọn } K_{TB} \approx 0,3863$$

$$R_T = K_{TB} \cdot T + C$$

Thay $(33; 112,82)$.

$$\Rightarrow R_T = 0,3863T + 100,07$$

- Điều chỉnh đầu thanh đàn hồi ở vị trí $x = -1$. Ghi lại giá trị điện áp (U) vào **Bảng 6**.
- Tiếp tục tăng x đến các giá trị khác nhau, ghi lại giá trị x và điện áp U vào **Bảng 6**.
- Khi đạt giá trị x lớn nhất, điều chỉnh đầu thanh đàn hồi theo hướng giảm x . Tiếp tục ghi lại giá trị góc φ và điện áp U.
- Thực hiện 3 lần như trên và hoàn thiện **Bảng 6**.
- Thực hiện xong, tắt chương trình, tắt công tắc nguồn cho bộ mạch.

Bảng 6 $U_{offset} = 2,42 \text{ (V)}$

Tăng x					Giảm x				
Vị trí (x)	Điện áp (U)				Vị trí (x)	Điện áp (U)			
	Lần 1	Lần 2	Lần 3	TB		Lần 1	Lần 2	Lần 3	TB
-1	5,16	5,16	5,20	5,17	1	4,53	4,52	4,52	4,52
-0,5	5,04	5,03	5,02	5,02	0,5	4,70	4,69	4,69	4,69
0	4,86	4,85	4,85	4,85	0	4,85	4,83	4,83	4,84
0,5	4,70	4,69	4,69	4,69	-0,5	5,02	5,02	5,04	5,02
1	4,53	4,52	4,52	4,52	-1	5,16	5,20	5,18	5,18

IV. CÂU HỎI

- Tính giá trị U trung bình, hoàn thiện **Bảng 5** và **Bảng 6**.
- Tính độ nhạy của cảm biến, xác định quan hệ vào-ra của cảm biến (biết điện áp tham chiếu là 5V).
- Vẽ đường cong chuẩn của cảm biến.

① Độ nhạy của Cảm biến biến trở : $U = f(\varphi)$, $K = \left| \frac{\Delta U}{\Delta \varphi} \right|$

Chọn $k_{tb} = 0,022$

$\Rightarrow U \approx 0,022 \cdot \varphi + 0,88$

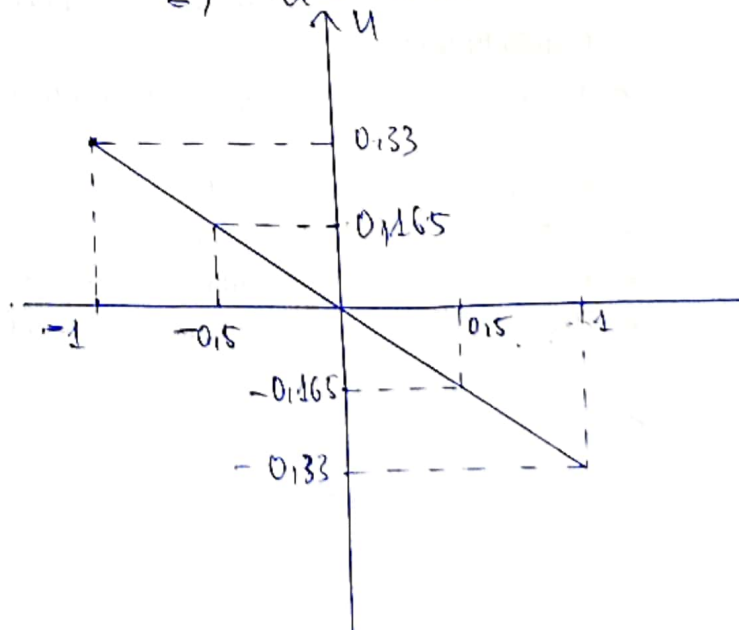
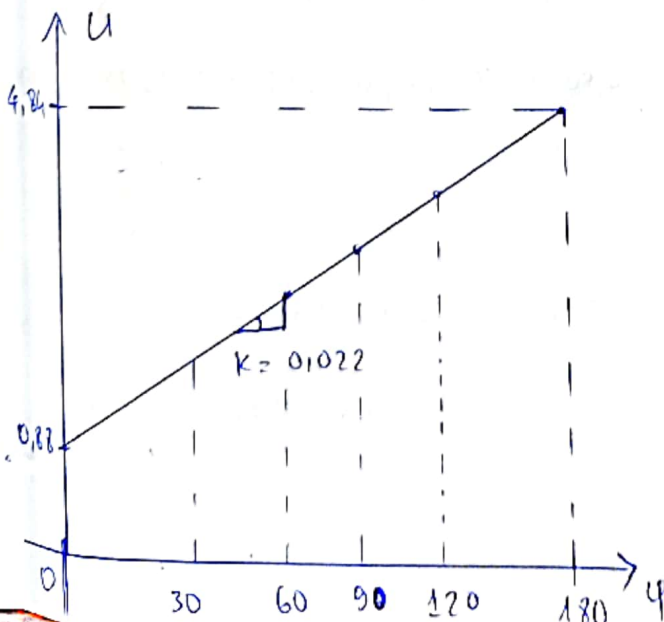
\Rightarrow Quan hệ U, φ là quan hệ tuyến tính

② Độ nhạy của CB Điện trở lực căng : $U = f(x)$, $K = \left| \frac{\Delta U}{\Delta x} \right|$

Chọn $k_{tb} \approx 0,33$

$\Rightarrow U = -0,33x$

Vị trí x	(-1; -0,5)	(-0,5; 0)	(0; 0,5)	(0,5; 1)
Độ nhạy	0,30	0,34	0,32	0,34



b. Tiến hành

- Ấn Run để chạy VI, đợi cho đến khi đèn Initialized? sáng.
- Nhập giá trị IR Pulse Count (1-255). Giá trị này sẽ là số xung hồng ngoại phát ra trong mỗi chu kỳ hoạt động, giá trị càng cao thì độ nhạy càng lớn.
- Đặt tấm phản xạ ở sao cho giá trị ADC Output ở gần giá trị 0 nhất. Ghi lại giá trị khoảng cách d từ tấm phản xạ tới cảm biến vào **Bảng 7**.
- Tiếp tục di chuyển tấm phản xạ lại gần cảm biến sao cho ADC Output đạt giá trị mong muốn. Ghi lại khoảng cách d từ tấm phản xạ tới cảm biến.
- Khi tấm phản xạ đến vị trí gần cảm biến nhất có thể (giá trị ADC Output chạm ngưỡng 1024), di chuyển tấm phản xạ từ từ ra xa. Tiếp tục ghi lại các giá trị khoảng cách d ứng với ADC Output mong muốn.
- Thực hiện 3 lần như trên và hoàn thiện **Bảng 7**.
- Thực hiện xong, tắt chương trình, tắt công tắc nguồn cho bo mạch.

Bảng 7: IR Pulse Count = 1

Bảng 1: IR Pulse Count = 21

Tăng d					Giảm d				
ADC Output	Khoảng cách (d) (mm)				ADC Output	Khoảng cách (d) (mm)			
	Lần 1	Lần 2	Lần 3	TB		Lần 1	Lần 2	Lần 3	TB
1023	23	23	24	22	1023	23	22	23	23
900	25	24	22	24	900	26	24	24	25
800	28	25	23	25	800	27	25	25	26
700	29	26	25	27	700	28	26	26	27
600	20	28	27	28	600	30	28	29	29
500	33	29	29	30	500	33	29	31	31
400	35	32	32	33	400	36	34	34	35
300	42	37	38	39	300	41	36	37	38
200	49	43	47	46	200	50	48	47	48
100	63	61	62	62	100	62	63	62	62
50	85	89	85	86	50	86	84	87	86

2. Thí nghiệm 2: Đo góc chuyển vị bằng cảm biến encoder

a. Chuẩn bị thí nghiệm

- Cấp nguồn cho NI Elvis III.
- Kết nối NI Elvis III với máy tính thông qua cổng USB Type-C.
- Lắp bo mạch cảm biến Quanser vào thiết bị NI Elvis III.
- Bật công tắc nguồn cho bo mạch, khi đó LED trên công tắc và trên bo sẽ sáng.
- Khởi động LabVIEW và mở project Mechatronic Sensors Board.lvproj
- Từ cửa sổ Project Explorer, mở chương trình Mechatronic Sensors – Incremental Encoder.vi

Nhận xét: Bộ giải mã X1

+ Bộ giải mã X₁ sẽ chuyển vị signal A và B. Khi quay một góc 1 độ thì Edge (canal) sẽ +1 hay -1 tùy hướng vào chiều quay là cùng chiều hoặc ngược chiều kim đồng hồ.

+ Khi quay theo chiều thuận thì signal B sẽ sớm pha hơn signal A $\approx 90^\circ$.

+ Khi quay theo chiều ngược kim D.H. thì signal B sẽ chậm pha hơn signal A $\approx 90^\circ$.

IV. CÂU HỎI

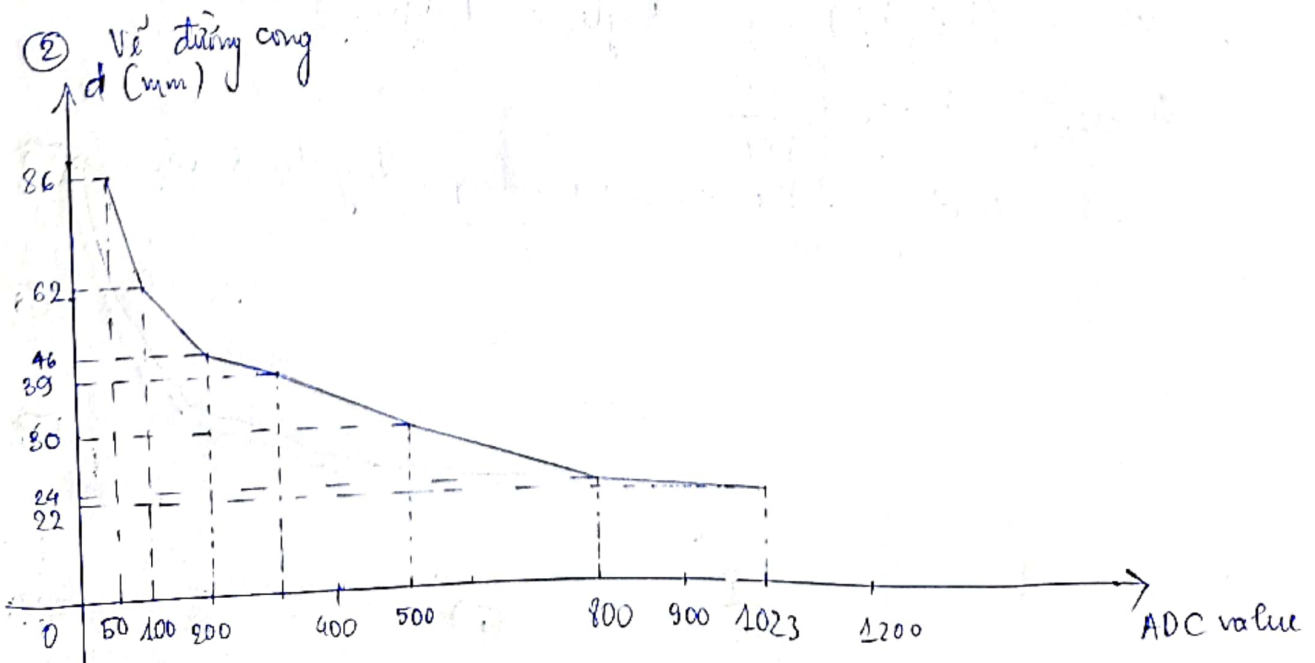
- Hoàn thiện **Bảng 7**, nhận xét.
- Xác định quan hệ vào-ra của cảm biến tiệm cận hồng ngoại, nêu nhận xét.
- Vẽ đường cong chuẩn của cảm biến tiệm cận hồng ngoại.
- Xác định công thức cho bộ giải mã non-quadr và bộ giải mã X1 của cảm biến Encoder. So sánh ưu nhược điểm của 2 bộ giải mã và nêu nhận xét.
- Xác định công thức tính góc chuyển vị theo Edge và PPR ứng với mỗi bộ giải mã.

① Độ nhạy của Cảm biến tiệm cận hồng ngoại : $K = \left| \frac{\Delta d}{\Delta \text{Output ADC}} \right|$

ADC	900 → 1023	800 → 900	700 → 800	600 → 700	500 → 600	400 → 500	300 → 400	200 → 300	100 →
K	0,016	0,01	0,02	0,01	0,02	0,03	0,07	0,07	0,1

→ K : Có sự chênh lệch khá lớn giữa các khoảng K

→ mqrđ giữa d và ADC là phi tuyến



③ Nguyên lý kết cấu bộ giải mã Non-quad, X_2 .
 + Bộ giải mã non-quad: bộ giải mã theo dõi sự thay đổi trạng thái của 1 kênh (A or B), theo dõi sườn bên ra sườn xuống.
 Như vậy, cách đọc Encoder 24ppr sẽ xác định được 24 vị trí / 1 vòng quay. Bộ giải mã này, Non-quad không có kênh B \rightarrow ở thể xát chiều quay.

+ Bộ giải mã X_2 : giống Non-quad nhưng nó theo dõi 1 kênh để xác định vị trí, trạng thái của kênh còn lại để biết được chiều quay.
 Như vậy, cách đọc này giúp Encoder 24ppr xát 48 vị trí / 1 vòng.

\Rightarrow Nhận xét: bgm X_2 có ưu điểm là xát được vòng quay, xác định được nhiều vị trí trên 1 vòng quay nhiều x2 so vs bgm Nonquad.
 \rightarrow bgm X_2 chính xác hơn bgm Non-quad.

④ Cách góc chuyển vị (Angle) theo Edge và PPR.

+ Non-quad: $Angle_1 = Edge \cdot 15^\circ$

Bgm Non-quad này xát được 24 vị trí / 1 vòng quay.
 \Rightarrow 1 vòng 360° khi xát 1 vị trí tương ứng 15° .

$$\Rightarrow Angle_1 = Edge \cdot \frac{360^\circ}{PPR}$$

+ X_2 : (tương tự) $\rightarrow Angle_2 = Edge \cdot 7,5^\circ$

$$Angle_2 = Edge \cdot \frac{360}{PPR}$$

Giá trị $Angle_2$ có thể âm hoặc dương, tùy thuộc vào chiều quay / xoay Encoder