

Bài 07

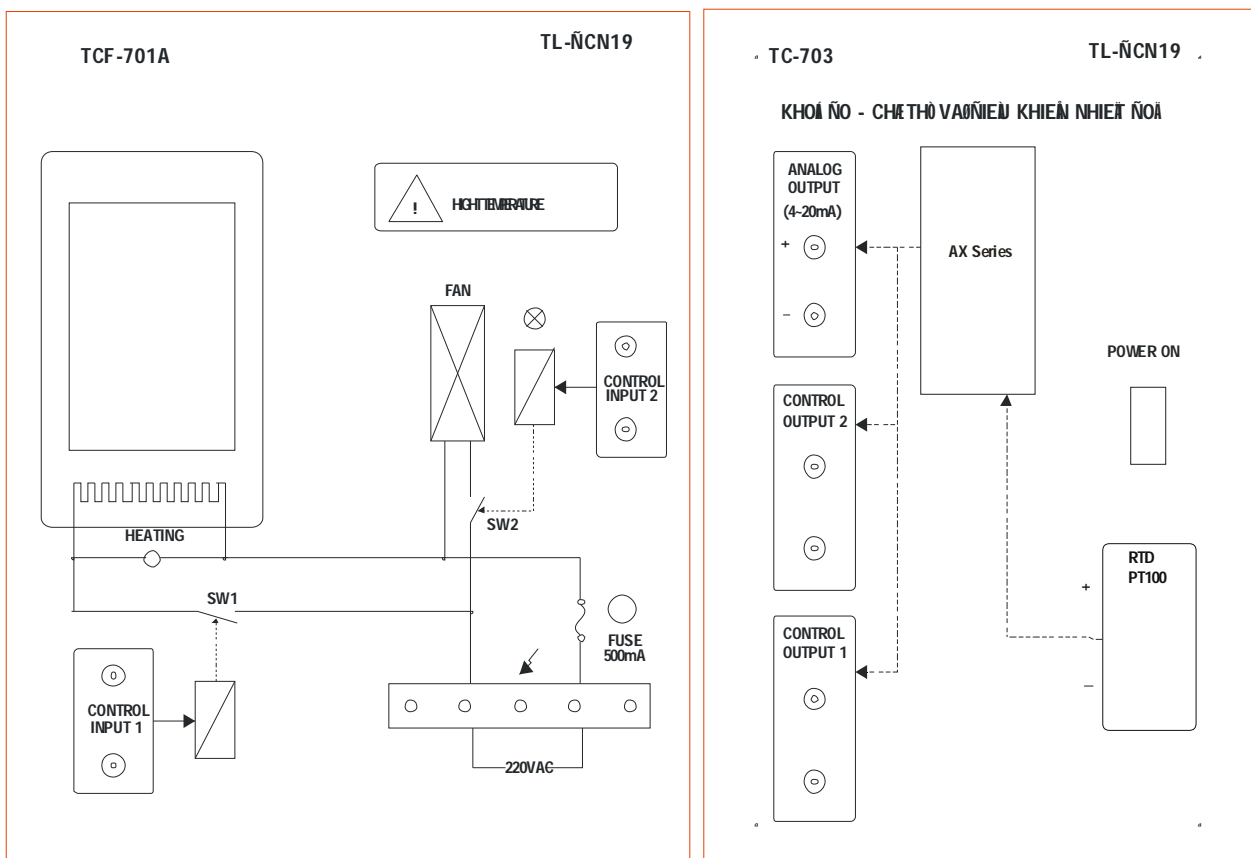
MÔ HÌNH ĐIỀU KHIỂN NHIỆT ĐỘ BẰNG PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN VÒNG KÍN PID THÔNG QUA BỘ BIẾN TẦN

I. Mục đích:

Hướng dẫn sinh viên nắm rõ các nguyên lý hoạt động và vận hành các hệ thống điều khiển nhiệt độ tự động trong công nghiệp, dân dụng như: Nhiệt độ, áp suất... thông qua bộ biến tần.

II. Mô hình thiết bị. (theo hình)

2.1. Khối điều khiển nhiệt.



Hình 8.1. các modules chức năng

- Khối lò nhiệt TCF-701A:
 - Lò có sợi đốt: công suất 200W.
 - Quạt dùng nguồn 220VAC.
 - Cầu chì và rơ le 220VAC
- Khối đo, chỉ thị và điều khiển nhiệt độ TC-703A:

- Bộ điều khiển và hiển thị AX series. Sử dụng với Thermocouple, RTD (PT100), 1 lối ra 4 - 20 mA, 2 lối ra rơ le, điều khiển PID.

2.2. Khối biến tần (điều khiển động cơ)

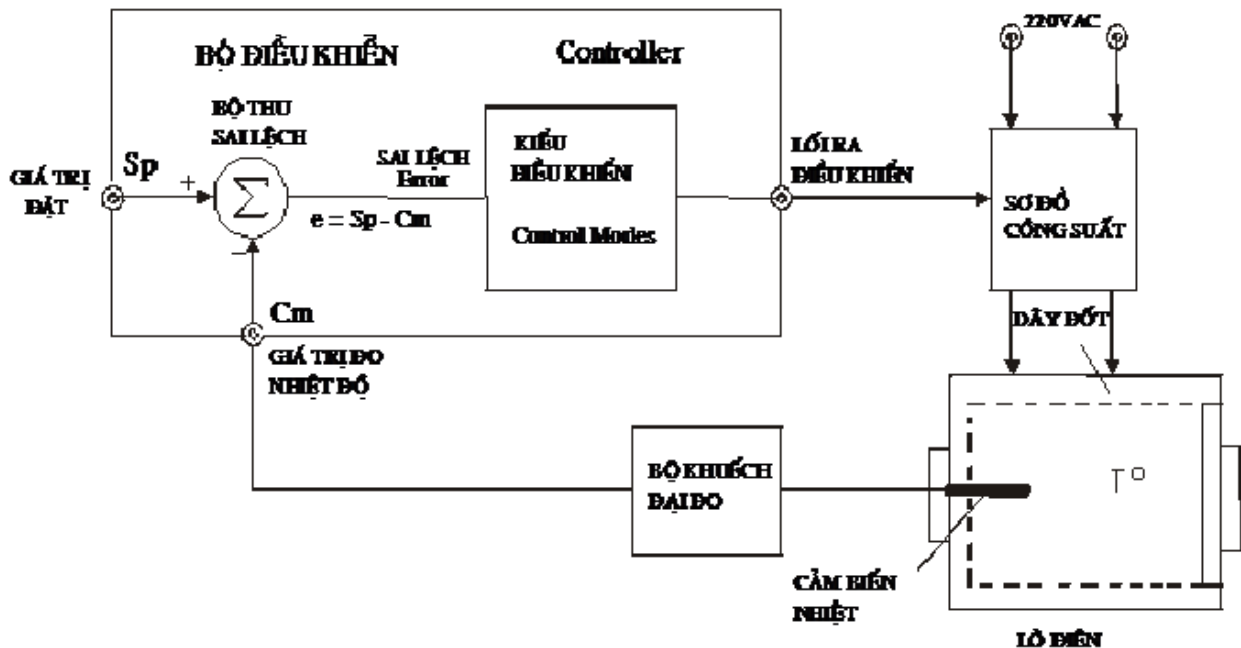
III. Nội dung thực hành.

3.1. Cơ sở lý thuyết.

Hệ thống điều khiển nhiệt độ theo vòng kín, bao gồm hệ điều khiển gia công nhiệt theo giá trị đặt và nhánh phản hồi âm nhận thông số ra để đưa ngược trở lại lối vào bộ điều khiển (hình 20.6).

Giá trị đặt SP thường là điện thế hoặc dòng lấy từ biến trở, được đưa vào bộ điều khiển để định nhiệt độ điều khiển.

Giá trị nhiệt độ đo Cm nhận từ cảm biến nhiệt sau khi được khuếch đại để phù hợp khoản làm việc với giá trị đặt, là giá trị phản hồi âm.



Hình 8.3. Sơ đồ khối điều nhiệt

Bộ điều khiển thực hiện việc so sánh tín hiệu đặt và tín hiệu đo (phản hồi), trong đó:

$$\text{Giá trị sai lệch} = \text{Giá trị đặt} - \text{Giá trị đo nhiệt độ} : e = SP - Cm.$$

Căn cứ vào độ lớn và dấu của giá trị sai lệch, bộ điều khiển sẽ hình thành tín hiệu tương ứng để điều khiển bộ công suất đốt lò.

Quá trình điều nhiệt cho lò điện là một quá trình liên tục. Khi lò điện được cấp điện, nhiệt độ trong lò bắt đầu tăng. Cảm biến nhiệt sẽ theo dõi và biến đổi nhiệt độ thành tín hiệu điện, gửi về bộ điều khiển. Bộ điều khiển sẽ khuếch đại tín hiệu, so sánh giá trị đo Cm với giá trị đặt SP. Nếu giá trị đo nhỏ hơn giá trị đặt ($e > 0$), chứng tỏ giá trị nhiệt độ đo được thấp hơn giá trị đặt, thiết bị sẽ điều khiển tiếp tục đốt lò. Nếu giá trị đo đạt giá trị đặt hoặc lớn hơn ($e < 0$), chứng tỏ giá trị đo nhiệt độ của lò lớn hơn giá trị đặt, thiết bị sẽ điều khiển giảm đốt và ngừng đốt lò. Khi nhiệt độ lò giảm do ngưng đốt, điện thế đo sẽ

dần giảm thấp hơn thế đặt, hệ thống lại điều khiển tăng đốt lò.

Kết quả là nhiệt độ lò được điều khiển dao động quanh giá trị đặt. Độ chính xác điều khiển chính là giá trị thay đổi của nhiệt độ lò quanh giá trị đặt.

Sự mất nhiệt của một hệ thống điều khiển nhiệt bao gồm:

- Mất nhiệt do truyền cho vật liệu gia công nhiệt
- Mất nhiệt do truyền qua môi trường xung quanh.

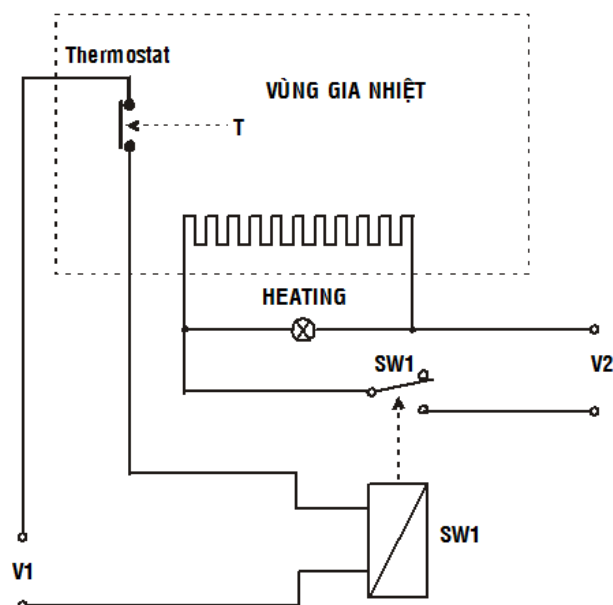
Do vậy hệ thống phải điều khiển bù nhiệt kịp thời sao cho đường đặc trưng nhiệt theo thời gian là ổn định nhất. Việc lựa chọn kiểu điều khiển thích hợp tùy thuộc vào quy trình công nghệ gia công nhiệt cụ thể.

Ví dụ trong lò kín chứa vật chất cần gia nhiệt, quá trình gia nhiệt là đơn điệu và dễ điều khiển ổn định nhất. Đối với hệ hở, ví dụ băng tải đưa vật chất chạy liên tục qua vùng gia công nhiệt, hoặc gián đoạn khi đùn ép nhựa 1 sản phẩm, quá trình gia công nhiệt phức tạp hơn.

3.2. Điều khiển kiểu đóng – ngắt (ON-OFF)

Khảo sát ví dụ hệ thống điều nhiệt đơn giản nhất cho lò điện gồm rơ le nhiệt (thermostat) và khởi động từ (hình 20.7). Điện thế V2 cấp cho dây đốt lò điện được cấp qua khởi động từ SW1. Khi khởi động từ đóng, lò được cấp điện và khi khởi động từ ngắt, lò được ngắt điện. Cuộn điều khiển của khởi động từ được cấp điện V1 qua tiếp điểm của Rơ le nhiệt đặt trong lò (thực tế thường sử dụng 1 nguồn V(~220VAC) chung cho V1 và V2).

Trong quá trình điều khiển nhiệt, rơ le nhiệt sẽ đóng ngắt khi nhiệt độ lò thấp hoặc lớn hơn giá trị đặt. Do đó, làm đóng hoặc ngắt tương ứng khởi động từ để cấp hoặc ngắt điện cho dây đốt lò. Hệ điều khiển này thuộc kiểu đóng - ngắt (ON-OFF).



Hình 8.4. Điều khiển nhiệt kiểu đóng - ngắt (ON-OFF) với Thermostat

3.3. Điều khiển kiểu tương tự

Khác với nguyên tắc điều khiển đóng ngắt lò điện qua khởi động từ (kiểu ON-OFF), hệ thống điều nhiệt điện tử cho phép điều khiển liên tục quá trình đốt lò thông qua khoá

điện tử. Như vậy lò được điều khiển đốt bằng các xung điện, có chu kỳ điều khiển được, tùy thuộc vào trạng thái nhiệt của lò. Nếu lò chưa đủ nhiệt độ đặt, chu kỳ xung đốt sẽ ngắn. Nếu lò có nhiệt độ tiến tới gần nhiệt độ đặt, chu kỳ đốt sẽ thưa dần. Trong trạng thái dừng, ở nhiệt độ lò bằng nhiệt độ đặt, thiết bị sẽ điều khiển cung cấp cho lò lượng nhiệt chính bằng lượng nhiệt thất thoát (do có truyền nhiệt ra môi trường, do mất nhiệt khi sử dụng lò để gia công sản phẩm).

Có thể thấy nguyên tắc điều khiển này thuộc kiểu PID trong đó chứa các kiểu điều khiển:

- Tác động điều khiển tỷ lệ với sai lệch nhiệt độ (P).
- Tác động điều khiển liên tục khi có sai lệch nhiệt độ (I).
- Tác động điều khiển tỷ lệ với tốc độ sai lệch nhiệt độ (D).

Do vậy, phương pháp điều nhiệt này có độ chính xác cao ($\sim 1\%$) so với phương pháp điều khiển ON-OFF (hình 8.5).

Trên hình 8.5 mô tả sơ đồ khối chi tiết của một bộ điều khiển kiểu tương tự
Hệ điều khiển nhiệt bao gồm các mảng chức năng :

- Cảm biến nhiệt loại cặp nhiệt điện (Thermocouple): kiểu J hoặc K , có thông số kỹ thuật cho trong bảng 3.
- Bộ khuếch đại thể đo trên IC A1. Biến trở P2: OFFSET- MEAS. cho phép chỉnh điểm "0" của thang đo và biến trở P1: GAIN- MEAS. cho phép chỉnh hệ số khuếch đại của bộ đo. Bộ khuếch đại thể đo cho giá trị thể ra (Cm) âm.
- Bộ khuếch đại thể đặt (SP) trên IC A2. Biến trở P4: OFFSET- SET. cho phép chỉnh điểm "0" của thang đặt và biến trở P5: GAIN- SET. cho phép chỉnh hệ số khuếch đại của thang đặt. Biến trở đặt P3: SETPOT sử dụng để đặt nhiệt độ lò sau khi đã chuẩn nhiệt. Bộ khuếch đại thể đặt cho giá trị thể ra (SP) âm.
- Bộ đo nhiệt độ là bộ đo thể hiện số (Digital Voltmeter), xây dựng trên ADC 10 bits, cho phép chỉ thị trên LED 7 đoạn với $3^{1/2}$ số hạng (Digits), cho phép chỉ thị nhiệt độ tới 1999°C .
- Bộ đo có thể đo nhiệt độ của lò hoặc nhiệt độ đặt, tùy thuộc vào vị trí công tắc SW1 - MEAS. hoặc SET.
- Bộ khuếch đại giá trị sai lệch (e) trên IC A3, cho phép khuếch đại hiệu số giữa thể đặt SP và thể đo Cm để hình thành tín hiệu điều khiển phần công suất.

Thể ra của bộ khuếch đại giá trị sai lệch $= k.e = k (SP - Cm)$. Trong đó giá trị k có thể chỉnh nhờ P6 - Dải tỷ lệ - PROP. BAND.

Giả sử nhiệt độ lò cao hơn nhiệt độ đặt, thể ra của bộ khuếch đại đo A1 tác động vào lối vào dương A3, sẽ âm hơn thể ra từ bộ khuếch đại đặt A2. Bộ khuếch đại giá trị sai lệch A3 sẽ tạo thể âm lối ra, qua A4, làm cấm Q3, ngắt tín hiệu kích Triac TR1, làm ngừng đốt lò.

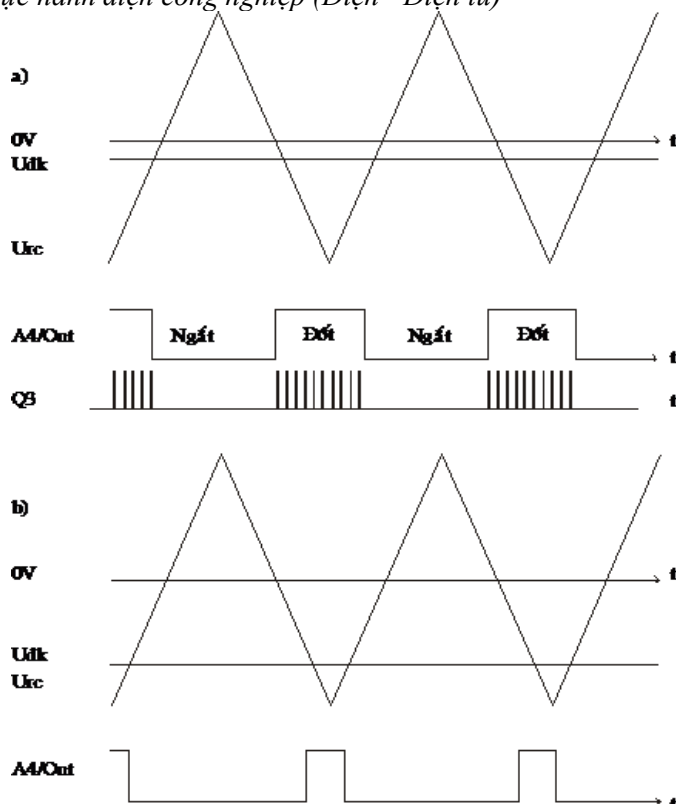
Giả sử nhiệt độ lò thấp hơn nhiệt độ đặt, thể ra của bộ khuếch đại đo A1 tác động vào lối vào dương A3, sẽ ít âm hơn thể ra từ bộ khuếch đại đặt A2. Bộ khuếch đại giá trị sai

lệch A3 sẽ cho ra thế dương , qua A4-A, cho phép mở Q3, tạo tín hiệu kích Triac TR1 dẫn, thực hiện cấp điện cho lò.

Việc điều khiển đốt lò được đồng bộ bởi các máy phát xung. Máy phát xung đa hài tần số 1kHz cho phép biến đổi thế điều khiển từ lõi ra A3, A4 thành chuỗi xung 1kHz tác động qua Q3 (hình 8.5) để kích dẫn TR1 qua biến thế cách ly.

Máy phát xung răng cưa đối xứng với tần số thấp ($\sim 10\text{sec}$) , tác động vào lõi vào âm A4, biến đổi thế điều khiển từ lõi ra A3 thành các xung.

Sơ đồ A4 chịu tác động của thế điều khiển (Lõi vào +) và thế răng cưa đồng bộ (lõi vào -). Do vậy ở lõi ra A4 sẽ có xung dương tại những thời điểm xung răng cưa thấp hơn thế điều khiển k.e và xung âm khi xung răng cưa cao hơn thế điều khiển k.e



Hình 8.6. Giản đồ khung điều khiển cho sơ đồ

3.4. Bộ điều khiển nhiệt độ AX Series

Bộ điều khiển nhiệt độ AX4 sử dụng cho thí nghiệm có cấu trúc vi xử lý (hình 20.12)



Hình 8.7. Bộ điều khiển AX4

⚡ **Thiết bị có các tính năng sau:**

Các lối ra điều khiển: 4 – 20 mA, Rơle2 và Rơle3

Các lối vào:

- Tương thích với các cảm biến nhiệt: Cặp nhiệt điện (K, J, IEC584-1), Nhiệt điện trở RTD (PT100Ω, IEC751)

Tài liệu hướng dẫn thực hành điện công nghiệp (Điện - Điện tử)

- Thời gian lấy mẫu đầu vào: 0.1s
- Trở kháng đầu vào: $\leq 1 \text{ M}\Omega$
- Điện trở dây dẫn đầu vào cho phép : Điện trở 3 dây dẫn phải bằng nhau và $\leq 10 \Omega$ /1 dây dẫn (RTD)
- Điện áp vào cho phép: 10 Vdc

• **Đặc tính kỹ thuật**

Độ chính xác hiển thị	$\pm 0.3 \%$
Độ phân giải đầu vào	Cặp nhiệt ngẫu : 0.1 °C (K2, J), 0.5 °C (K1)
	Nhiệt điện trở RTD : 0.03 °C (0.1 °F)
Điện trở cách điện	$\geq 20 \text{ M}\Omega$, 500 Vdc
Độ bền cách điện	Cách điện chịu được điện áp 2300 Vac, 50/60 Hz trong 1 phút

• **Mã và dãy đầu vào**

Đầu vào	Mã	Loại đầu vào	Khoảng nhiệt độ	
			Độ C (°C)	Độ F (°F)
Cặp nhiệt ngẫu	E1	K	-100 ~ 1200 °C	-148 ~ 2192 °F
	E2		-100.0 ~ 500.0 °C	-148 ~ 932 °F
	J	J	-100.0 ~ 500.0 °C	-148 ~ 932 °F
RTD	PT	Pt100 Ω	-100.0 ~ 400.0 °C	-148.0 ~ 752.0 °F

• **Đầu ra và các chức năng điều khiển**

- Chương trình điều khiển: PID, P, ON/OFF.
- Tự động dò tham số (Auto-tuning): Chương trình điều khiển PID có chức năng dò tham số (P, I, D) tự động.
- Điều khiển ON/OFF: Khi PV > SV, bộ điều khiển xuất đầu ra 0% (đầu ra OFF). Khi PV < SV, bộ điều khiển xuất đầu ra 100% (đầu ra ON). (Chỉ đúng khi lượng trễ điều khiển bằng 0).
- Đặt lại bằng tay: Người sử dụng có thể cài đặt lại giá trị đầu ra trong khoảng từ 0% đến 100%.
- Lựa chọn hướng điều khiển đầu ra: Tác động thuận/Tác động ngược (tùy theo mục đích điều khiển làm nóng/làm lạnh).
- Đầu ra điều khiển: Đầu ra role/đầu ra xung áp (SSR)/đầu ra dòng (4 – 20 mA)

Rơ le	Tiếp điểm 3A 240Vac, 3A 30Vdc	
	<ul style="list-style-type: none"> - Có thể chọn tối đa 3 đầu ra rơ le (RLY1) Role - Hai đầu ra cảnh báo (AL1, AL2) và đầu ra LBA có thể được cài đặt bằng 1 trong các đầu ra RLY1, RLY2, RLY3 	
S.S.R	CYC	Xung áp 12 – 15 Vdc (điện trở tải $\geq 600\Omega$)

	PHA	
4 – 20 mA	Độ chính xác : 0.5%, Chênh lệch đỉnh Vp-p ≤ 0.3%, Điện trở tải ≤ 600Ω	

• **Các thông số kỹ thuật**

Điện áp nguồn: 100 – 240 Vac 50/60 Hz

Dao động điện áp:

±10 % điện áp nguồn cấp

Công suất tiêu thụ: ≤ 5.5 VA

Nhiệt độ môi trường: – 5 ~ 50 °C

Độ ẩm môi trường: 35 ~ 80 % (Với điều kiện không ngưng tụ sương)





Chịu rung:

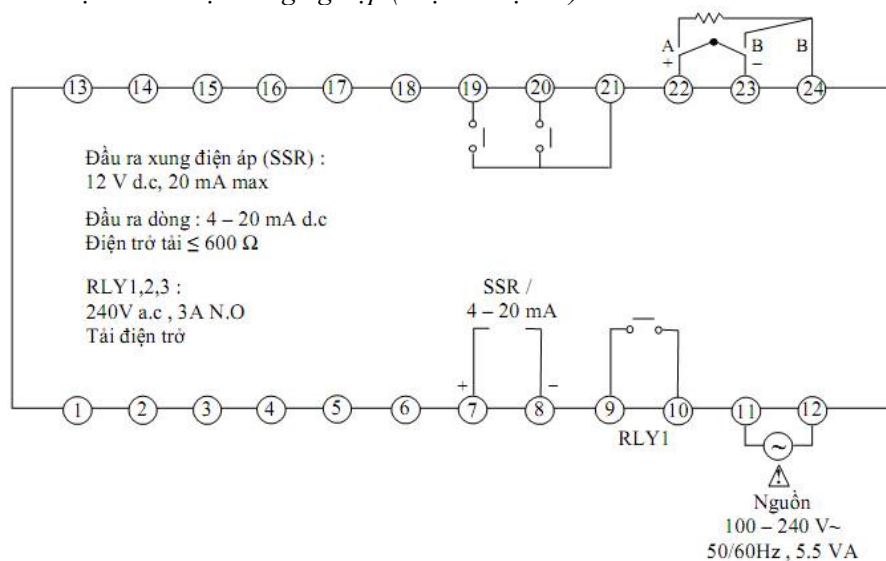
10 – 55 Hz, 0.75 mm, theo các hướng X, Y, Z trong tối đa 2 giờ

Chịu va đập:

≤ 300 m/s²

• **Mô tả mặt máy và ký hiệu**

STT	Model		Giải thích
1	Giá trị thực (PV)		Hiển thị giá trị nhiệt độ tức thời trên màn hình điều khiển
2	Giá trị đặt (SV)		Hiển thị giá trị nhiệt độ đặt trên màn hình điều khiển
3		Phím lên	Thay đổi màn hình điều khiển, tăng giá trị đặt, chuyển tới chế độ cài đặt tham số
4		Phím xuống	Giảm giá trị đặt, chuyển tới chế độ cài đặt tham số
5		Phím chuyển	- Chuyển tới cài đặt các chữ số của từng tham số - Chuyển giữa các chế độ cài đặt và chế độ điều khiển
6		Phím chọn chế độ	Chuyển giữa các chế độ cài đặt và chế độ điều khiển
7	AT	Các đèn báo điều khiển	Đèn ON khi bộ điều khiển PID đặt ở chế độ dò tự động
	OUT		Đèn ON khi bộ điều khiển xuất đầu ra
	AL1		Đèn ON khi xuất cảnh báo Alarm1
	AL2		Đèn ON khi xuất cảnh báo Alarm2
	LBA		Đèn ON khi



Hình 8.8: Sơ đồ đấu dây cho Bộ điều khiển AX4

• Mô tả các thông số chức năng bộ điều khiển nhiệt độ

✎ Giải thích các ký tự trên màn chỉ thị bộ điều khiển

Kí tự	Tên tham số	Giải thích	Trạng thái hiển thị	Giá trị mặc định
S_u	Nhiệt độ đặt	EU 0 ~ 100 %	Luôn hiển thị	EU 0 %
$RL1.L$	Cảnh báo 1 mức thấp	EU 0 ~ 100 % hoặc EUS 0 ~ 100 % (Đơn vị nhiệt độ)	Khi RLYn, ALn = ON	EU 0 %
$RL1.H$	Cảnh báo 1 mức cao			EU 100%
$RL1.db$	Dải chết cảnh báo 1			EUS 0 %
$RL2.L$	Cảnh báo 2 mức thấp			EU 0 %
$RL2.H$	Cảnh báo 2 mức cao			EU 100%
$RL2.db$	Dải chết cảnh báo 2			EUS 0 %
$LbA.t$	Thời gian LBA	0 ~ 7200	Khi LBA = ON (RLYn)	480
$LbA.v$	Nhiệt độ LBA	0 ~ 100 °C (°F)		2
$LbA.d$	Dải chết LBA	0 ~ 100 °C (°F)		2
LoC	Khóa phím	\square : Không có chức năng khóa \uparrow : Khóa chế độ cài đặt điều khiển và chế độ dò tự động \downarrow : Khóa chế độ cài đặt điều khiển và chế độ cài đặt người sử dụng	Luôn hiển thị	0

Ký hiệu	Tên tham số	Giải thích	Trạng thái hiển thị	Giá trị mặc định
I_{nP}	Chọn đầu vào	$\overline{K1}$: Can nhiệt K $\overline{K2}$: Can nhiệt K \overline{J} : Can nhiệt J $\overline{Pt100}$: Can nhiệt Pt 100	Luôn hiển thị	$\overline{K1}$
$Unit$	Đơn vị nhiệt độ	Chọn °C / °F	Luôn hiển thị	$^{\circ}C$
dP	Dấu thập phân	ON / OFF	Chọn dấu thập phân	on
$bIAS$	Bù nhiệt độ đầu vào	-100 ~ 100	Luôn hiển thị	0
$FILt$	Thời gian lọc đầu vào	0 ~ 120 giây	Luôn hiển thị	0
SLH	Giới hạn trên	EU 0 ~ 100 %	Luôn hiển thị	1200
SLL	Giới hạn dưới	EU 0 ~ 100 %	Luôn hiển thị	-100
$oLtr$	Chọn đầu ra điều khiển	\overline{SSr} : Đầu ra xung áp \overline{rLY} : Đầu ra role	Khi chọn đầu ra 1/2	\overline{SSr}
$\overline{SSr.t}$	Loại đầu ra xung	\overline{CYC} : Điều khiển ý lệ chu kỳ xung \overline{PHA} : Điều khiển pha	Khi chọn đầu ra SSR	\overline{CYC}
$\overline{Ctrl.d}$	Tác động đầu ra điều khiển	\overline{rEU} : Gia nhiệt \overline{dIr} : Làm lạnh	Luôn hiển thị	\overline{rEU}
$\overline{Ctrl.n}$	Chế độ điều khiển	\overline{Pid} : Điều khiển PID \overline{P} : Điều khiển tỷ lệ \overline{onof} : Điều khiển ON / OFF	Luôn hiển thị	\overline{Pid}
Pb	Hệ số tỷ lệ	1 (0.1) ~ EUS 100 %	Khi không ở chế độ ON/OFF	30
I	Thời gian tích phân	0 ~ 3600 giây	Điều khiển PID	240
d	Thời gian vi phân	0 ~ 3600 giây	Điều khiển PID	60
\overline{nr}	Đặt lại bằng tay	0.0 ~ 100.0 %	Điều khiển P	50.0
HYS	Lượng bù điều khiển	EUS 0 ~ 100 % (Đơn vị nhiệt độ)	Điều khiển ON/OFF	2
Po	Đầu ra khi lỗi đầu vào	0 ~ 100 %	Luôn hiển thị	0.0
$\overline{rLY1}$	Chức năng role1	\overline{non} : Không sử dụng $\overline{AL1}$: Cảnh báo 1 $\overline{AL2}$: Cảnh báo 2	Khi chọn đầu ra 1 hoặc 2 và $\overline{oLtr} \neq \overline{RLY}$	\overline{non}
$\overline{rLY2}$	Chức năng role2	\overline{LbA} : LBA	Luôn hiển thị	$\overline{AL1}$
$\overline{rLY3}$	Chức năng role3		Luôn hiển thị	$\overline{AL2}$

<i>R1.ad</i>	Chế độ cảnh báo 1 (2)	<i>non</i> : Không sử dụng ---[: Cảnh báo mức cao	Khi AL1 hoặc AL2 được cài đặt 1 trong các đầu vào RLY1, RLY2, RLY3	---[
<i>R2.ad</i>	Chế độ cảnh báo 2 (1)]--- : Cảnh báo mức thấp -[]- : Cảnh báo trong]--[: Cảnh báo ngoài]---
<i>R1.ty</i>	Loại cảnh báo 1	<i>Ab5</i> : Cảnh báo tuyệt đối		<i>Ab5</i>
<i>R2.ty</i>	Loại cảnh báo 2	<i>dEu</i> : Cảnh báo phân tán		<i>Ab5</i>
<i>R1.Hd</i>	Chế độ chờ cảnh báo 1	<i>oFF</i> : OFF		<i>oFF</i>
<i>R2.Hd</i>	Chế độ chờ cảnh báo 2	<i>on</i> : ON		<i>oFF</i>
<i>R1.dy</i>	Thời gian trễ cảnh báo 1	0 ~ 9999 giây		0
<i>R2.dy</i>	Thời gian trễ cảnh báo 2			0
<i>R1.oH</i>	Khóa đầu ra cảnh báo 1	<i>oFF</i> : OFF		<i>oFF</i>
<i>R2.oH</i>	Khóa đầu ra cảnh báo 2	<i>on</i> : ON		<i>oFF</i>

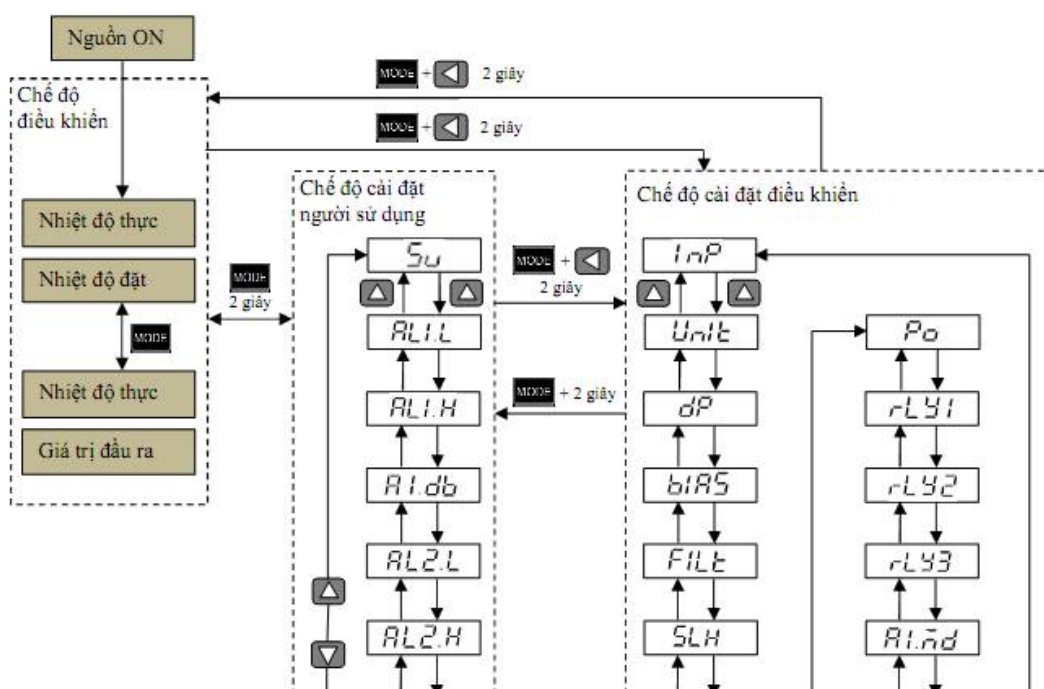
➤ Chế độ cài đặt

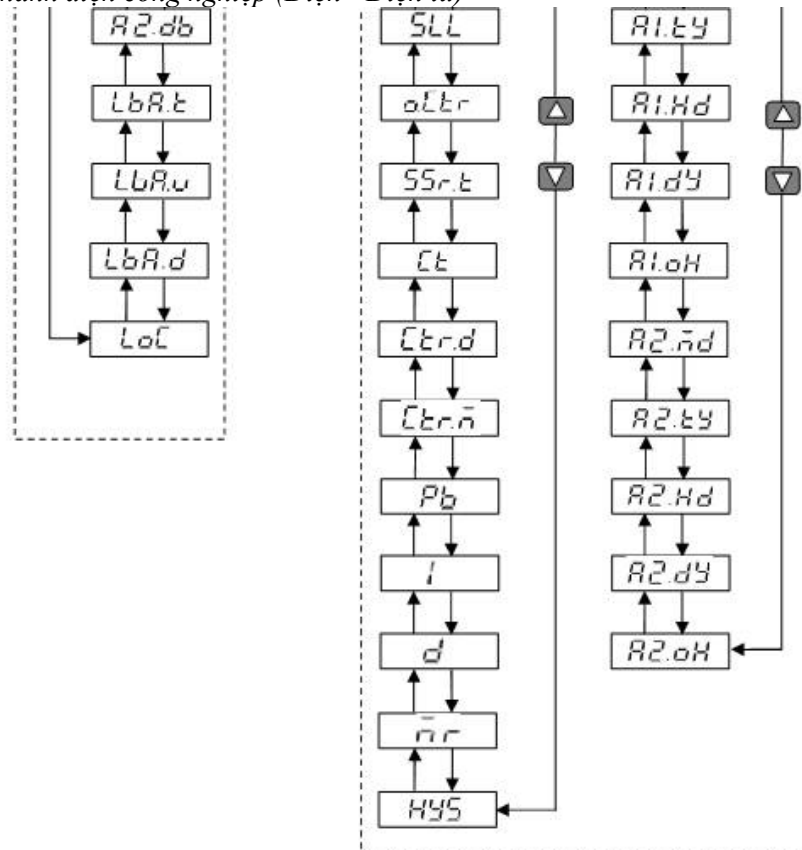
Để dễ dàng cho việc cài đặt và sử dụng, khối tham số bộ điều khiển được chia làm 2 vùng cài đặt tương ứng là chế độ cài đặt người sử dụng và chế độ cài đặt điều khiển.

Chế độ cài đặt người sử dụng là chế độ cài đặt mà các tham số được đặt, thay đổi theo thói quen và mong muốn của người sử dụng gồm cài đặt các cảnh báo và cài đặt cảnh báo lỗi chu trình (L.B.A).

Sau khi đấu nối và cấp nguồn, màn hình điều khiển sẽ hiển thị nhiệt độ thực.

➤ Giải đồ sử dụng các phím và chọn chế độ và thông số để cài đặt





Thông thường bộ điều khiển nhiệt độ điều chỉnh nhiệt độ theo nguyên lý điều khiển PID sử dụng bộ điều khiển PI. Mặc dù vậy đối với 1 số ứng dụng như : điều khiển nhiệt độ tủ lạnh, điều khiển quạt gió, van điện tử,...thường sử dụng nguyên lý điều khiển ON/OFF. Chuyển bộ điều khiển sang chế độ điều khiển ON/OFF bằng cách cài đặt tham số $Ctrn$. Trong chế độ này tham số xuất hiện thêm 1 tham số **HYS**, tham số này được đặt bằng phần trăm nhiệt độ thực tế để quy định độ trễ mà tác động ON/OFF diễn ra khi nhiệt độ đạt tới nhiệt độ đặt.

➤ **Lựa chọn cảm biến nhiệt cho bài thí nghiệm:**

Trong bài thí nghiệm sử dụng cảm biến nhiệt RTD.

Sử dụng bàn phím nhấn MODE và  trong 2 giây để vào chế độ cài đặt điều khiển, chọn **InP**, và chọn **Pt**, sau đó nhấn MODE để trở về Menu chính.

➤ **Lựa chọn đầu ra điều khiển**

Chọn đầu ra điều khiển ra rơ le 2 (Control Out 1) hoặc rơ le 3 (Control Out 3) chọn **oCtr** và **rLY**.

➤ **Lựa chọn chu kỳ điều khiển**

Chọn **Ct** và giá trị số (0~1000s) - mặc định là 2 s

➤ **Lựa chọn tác động điều khiển ra: làm nóng/làm lạnh**

Chọn **Ctrd** và **rEu**

➤ **Lựa chọn kiểu điều khiển**

Chọn **Ctr.n** và **onoF**

🔗 **Các lựa chọn khác sử dụng lỗi ra tương tự cho S.S.R - tùy người sử dụng**

+ Chức năng tự động dò tham số PID (A.T)

Chức năng dò tự động sẽ tính toán và tự động cài đặt giá trị tối ưu các tham số bộ điều khiển PID. Sau khi đồng hồ nhiệt độ được bật nguồn, kết nối bộ điều khiển với các can nhiệt, ấn giữ đồng thời các phím **MODE** và Δ trong 2s để bắt đầu chế độ dò tự động. Khi các tham số được dò xong, chức năng dò tự động sẽ tự động kết thúc.

+ Hiển thị **boUt**

Khi có lỗi xảy ra ở đầu vào: can nhiệt không phù hợp hoặc vượt dải nhiệt độ cho phép thì lỗi **boUt** sẽ hiển thị trên màn hình hiển thị nhiệt độ thực.

+ Các cảnh báo

- Sử dụng cảnh báo

AX series cung cấp 2 cảnh báo độc lập nhau (AL1 và AL2). Hai cảnh báo này có thể được cài đặt tương ứng với 2 trong 3 đầu ra role RLY1, RLY2, RLY3. Nếu các cảnh báo không được cài đặt thì các tham số liên quan đến cảnh báo sẽ không hiển thị.

- Chức năng giữ cảnh báo

Nếu không cài đặt chế độ chờ thì khi cấp nguồn bộ điều khiển sẽ ngay lập tức xuất đầu ra cảnh báo mức thấp (LOW) khi nhiệt độ bắt đầu tăng đến nhiệt độ môi trường. Vì vậy để đầu ra cảnh báo mức thấp không ON từ khi cấp nguồn đến khi đạt đến nhiệt độ đặt, cần cài đặt chức năng chờ tác động (An.HD = ON).

- Khóa đầu ra cảnh báo

Nếu **An.oH** = ON, cảnh báo sẽ không cắt cho đến khi gặp tác nhân dừng cảnh báo (nhiệt độ không còn nằm trong vùng cảnh báo). Muốn cắt cảnh báo cưỡng bức thì người dùng ấn giữ phím Δ khoảng 2s.

+ LBA (L.B.A : Cảnh báo sự cố chu trình)

Số lần bộ điều khiển PID xuất đầu ra 100% (ON) hoặc 0% (OFF) trên một đơn vị thời gian với 1 đối tượng điều khiển là tương đối ổn định. Chức năng LBA sẽ đếm số lần bộ điều khiển PID đạt 100% hoặc 0% trong 1 đơn vị thời gian (cài đặt thời gian được bằng tham số). Dựa vào đó có thể so sánh tổng số lần bộ điều khiển xuất đầu ra trong 1 thời gian đặt trước từ đó có thể phát hiện một số lỗi ở bộ gia nhiệt, can nhiệt,... Chính vì vậy cài đặt ngưỡng LBA giúp giảm thiểu sự cố ảnh hưởng đến vòng điều khiển.

★ **Tóm lại :**

Khi đầu ra điều khiển tương ứng với bộ PID xuất điều khiển 100%

Nếu nhiệt độ tăng lớn hơn giá trị **LbA.u** trong khoảng thời gian LBA, thì đầu ra LBA = ON

Khi đầu ra điều khiển tương ứng với bộ PID xuất điều khiển 0%

Nếu nhiệt độ giảm hơn giá trị **LbA.u** trong khoảng thời gian LBA, thì đầu ra LBA =

ON

➤ Đầu ra xung điện áp (SSR)

Có thể chọn 1 trong 2 loại đầu ra xung áp (SSR). Đầu ra xung áp điều khiển tỷ lệ : xuất đầu ra ON/OFF tỷ lệ với chu kỳ của xung điều khiển. Chu kỳ xung điều khiển được đặt bởi tham số **Ct**.

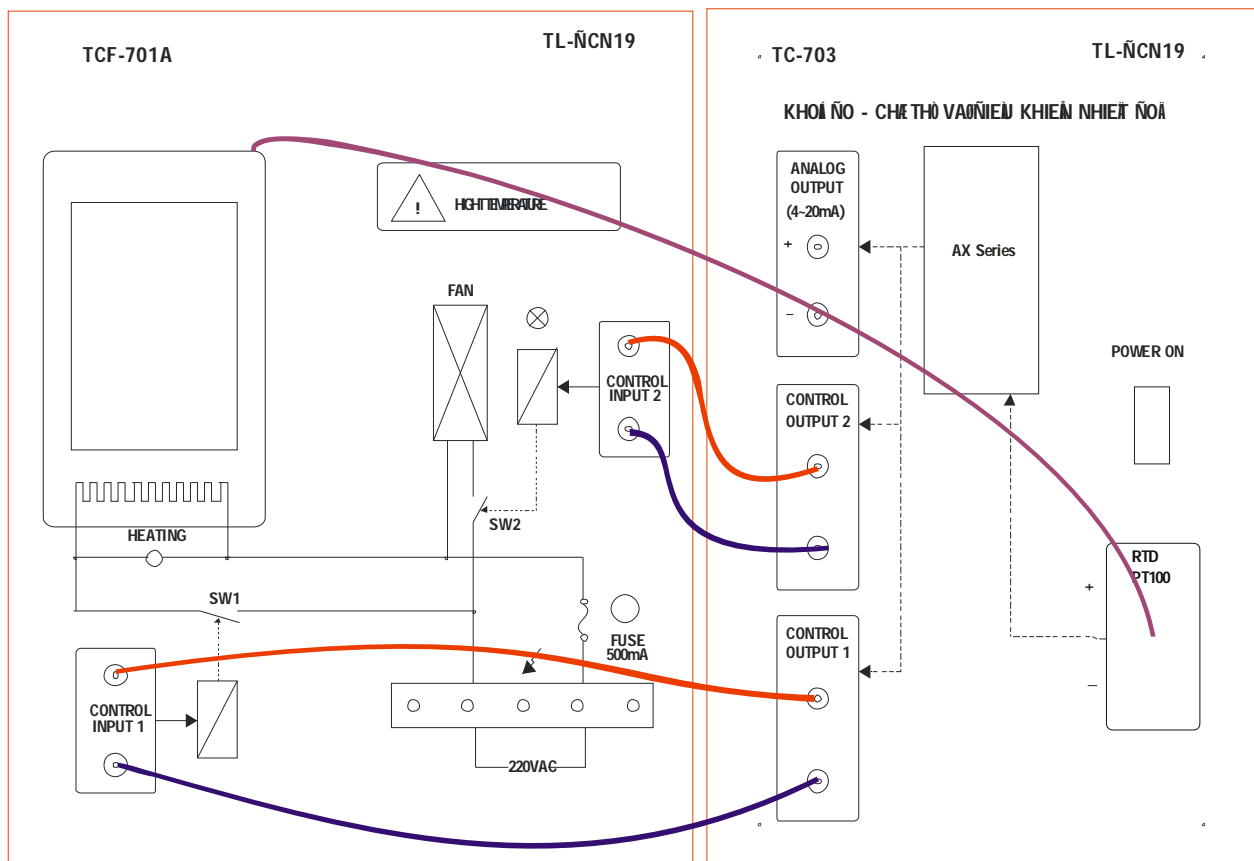
Đầu ra xung áp điều khiển pha : SSR sử dụng loại ON/OFF mặc định. Khi đó, trong 1 nửa chu kỳ của điện áp nguồn, bộ điều khiển sẽ mặc định luôn luôn xuất đầu ra ON và tính toán giá trị đầu ra.

IV. Nội dung thực hành

4.1. Điều khiển kiểu ON/OFF cho nhiệt độ.

Bước 01: Tắt điện hệ thống, bật các MCCB sang OFF đảm bảo trên mạch thí nghiệm không có nguồn điện, kiểm tra kỹ trước khi lắp mạch.

Bước 02: Tiến hành lắp mạch theo sơ đồ sau:



- Nối cảm biến nhiệt RTD (PT100) gắn trên hốc lò với lõi vào RTD của khối đo và điều nhiệt.

- Nối lõi ra Control Output 1 của khối đo và điều nhiệt với lõi vào Control Input 1 của khối lò nhiệt TCF-701A (cho điều khiển đốt).

- Nối lõi ra Control Output 2 của khối đo và điều nhiệt với lõi vào Control Input 2 của khối lò nhiệt TCF-701A (cho điều khiển quạt).

Tài liệu hướng dẫn thực hành điện công nghiệp (Điện - Điện tử)

- Nối điện 220VAC từ khối nguồn PS-100 với trạm vào 220V của khối lò điện TCF-701A.

Bước 03: Tiến hành cấp điện cho hệ thống. Bật công tắc nguồn trên khối đo và điều nhiệt.

- Xác lập chế độ đo và điều khiển:

Cảm biến Pt100,

Chế độ điều khiển ON-OFF,

Kiểu tác động ra: nóng

Lỗi ra Rơ le2/ Control Output 1.

Nhiệt độ đặt là 100⁰C.

Chu kỳ điều khiển: 2s.

Bước 04: Vận hành hệ thống điều nhiệt. Theo dõi quá trình gia nhiệt: đọc giá trị nhiệt độ trên màn chỉ thị khối đo và điều khiển. Chờ khi nhiệt độ đã ổn định, ghi nhận giá trị nhiệt độ cực đại -Tmax và cực tiểu -Tmin. Ghi kết quả vào bảng bên dưới.

Danh mục	Nhiệt độ T	Thời gian t
Tmax		
Tmin		
Tmax		
Tmin		
Tmax		
Tmin		
Tmax		
Tmin		
Tmax		
Tmin		
...		

Xác định sai số điều khiển nhiệt độ : $(T_{\max} - T_{\min}) / T_{\text{trung bình}} [\%] = ?$

.....
.....
.....

Bước 05: Xác lập chu kỳ điều khiển bằng 20s. Lặp lại thí nghiệm

Chờ khi giá trị nhiệt độ đã ổn định, ghi nhận giá trị nhiệt độ cực đại -Tmax và cực tiểu -Tmin. Ghi kết quả vào bảng sau:

Bảng 20.4

Danh mục	Nhiệt độ T	Thời gian t
Tmax		
Tmin		
Tmax		
Tmin		
Tmax		
Tmin		
Tmax		
Tmin		
Tmax		
Tmin		
...		

Xác định sai số điều khiển nhiệt độ : $(T_{\max} - T_{\min}) / T_{\text{trung bình}} [\%] =$

Bước 06: So sánh kết quả cho 2 trường hợp trên và giải thích nguyên nhân dẫn đến các sai số khác nhau.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

↪ **Chú ý:** Có thể đặt giá trị nhiệt độ khác và lặp lại thí nghiệm cho thuần thực để thực hiện các báo cáo.

4.2. Điều khiển ON-OFF cho quạt làm mát

Bước 01: Giữ nguyên cấu hình hệ thống như trên.

Bước 02: Đặt giá trị nhiệt độ là 150°C.

Bước 03: Vận hành hệ thống và theo dõi cho đến khi nhiệt độ lò đạt giá trị đặt.

Bước 04: Xác lập lại chế độ đo và điều khiển:

Chế độ điều khiển ON-OFF,

Lỗi ra Rơ le3/ Control Output 2 cho quạt làm mát.

Kiểu tác động ra: nóng

Tài liệu hướng dẫn thực hành điện công nghiệp (Điện - Điện tử)
Nhiệt độ đặt là 50⁰C.

Bước 05: Theo dõi hoạt động của quạt cho đến khi nhiệt độ lò giảm tới giá trị đặt.

Ghi nhận các trạng thái trên bộ điều khiển, thời gian gia nhiệt...

So sánh với phương pháp điều khiển on/off cho nhiệt độ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4.3. Điều khiển nhiệt độ tự động với bộ biến tần

4.3.1. Điều khiển kiểu ON/OFF

Bước 01: Giữ nguyên cấu hình hệ thống như trên.

Bước 02: Kết nối dây dẫn từ ngõ ra OUTPUT của bộ điều khiển nhiệt độ

Đầu nối vào ngõ vào RUN Forwardstart của bộ biến tần.....

Bước 03: Đầu nối cấp nguồn động lực cho bộ biến tần 3P-0,75kW (Mitsubishi), đầu nối từ bộ biến tần vào động cơ

Bước 04: Kiểm tra sơ đồ mạch, đảm bảo đã đúng nguồn cấp. Bật nguồn điện và tiến hành cài đặt bộ biến tần.

+ Các thông số cơ bản:

* (P0): Moment trượt (torque boost) : 03%

* (P1): Tần số cực đại (Maximum frequency) :
50Hz

* (P2): Tần số tối thiểu (Mminimum frequency) : 00Hz

* (P3): Tần số cơ bản (base frequency) : 50Hz

* (P7): Thời gian tăng tốc (Acceleration) : 03s

* (P8): Thời gian giảm tốc (Deceleration) : 03s

* (P13): Tần số khởi động (Starting frequency) : 00hz

* (P79): Chế độ vận hành (Operation mode selection) : Đặt giá trị "0" (vận hành trên bàn phím kết hợp ngõ điều khiển); đặt giá trị "1" (vận hành trên PU "bàn phím"); đặt giá trị "3" (vận hành trên ngõ điều khiển).

Bước 05: Vận hành hệ thống và theo dõi cho đến khi nhiệt độ đạt giá trị đặt.

Bước 06: Xác lập lại chế độ đo và điều khiển:

Chế độ điều khiển ON-OFF,

Lỗi ra Rơ le3/ Control Output 2 cho quạt làm mát.

Kiểu tác động ra: nóng

Nhiệt độ đặt là 50⁰C.

Bước 07: Theo dõi hoạt động của quạt cho đến khi nhiệt độ giảm tới giá trị đặt.

Ghi nhận các trạng thái trên bộ điều khiển, thời gian gia nhiệt...

So sánh với phương pháp điều khiển on/off cho nhiệt độ bằng khởi động trực tiếp

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Bước 08: Kết thúc thí nghiệm, tắt nguồn điện.

4.3.2. Điều khiển nhiệt độ tự động theo phương pháp điều khiển vòng kín (PID)

Bước 01: Giữ nguyên cấu hình hệ thống như trên.

Bước 02: Kết nối dây dẫn từ ngõ ra Analog Output của bộ điều khiển nhiệt độ

Đầu nối ngõ ra analog 4-20mA của bộ điều khiển nhiệt độ vào ngõ số 4 và ngõ số 5 của bộ biến tần

Bước 03: Đầu nối cấp nguồn động lực cho bộ biến tần 3P-0,75kW (Mitsubishi), đầu nối từ bộ biến tần vào động cơ

Bước 04: Kiểm tra sơ đồ mạch, đảm bảo đã đúng nguồn cấp. Bật nguồn điện và tiến hành cài đặt bộ biến tần.

+ **Các thông số cơ bản: (giữ nguyên)**

* (P0): Moment trượt (torque boost) : 03%

* (P1): Tần số cực đại (Maximum frequency) :
50Hz

* (P2): Tần số tối thiểu (Mminimum frequency) : 00Hz

* (P3): Tần số cơ bản (base frequency) : 50Hz

* (P7): Thời gian tăng tốc (Acceleration) : 03s

* (P8): Thời gian giảm tốc (Deceleration) : 03s

* (P13): Tần số khởi động (Starting frequency) : 00hz

* (P79): Chế độ vận hành (Operation mode selection) : Đặt giá trị "0" (vận hành trên bàn phím kết hợp ngõ điều khiển); đặt giá trị "1" (vận hành trên PU "bàn phím"); đặt

Tài liệu hướng dẫn thực hành điện công nghiệp (Điện - Điện tử)
giá trị "3" (vận hành trên ngỏ điều khiển).

+ **Cấu hình mở rộng:** Chế độ điều khiển PID

* (P160) Thông số mở rộng (Extended function display selection): 0

* (P127) PID tự động chuyển qua tần số : 00 - 50hz

* (P128) Chọn lựa hoạt động PID : 41

* (P129) Thông số hồi tiếp : 100%

* (P130) Thời gian hồi tiếp tín hiệu : 2s

* (P131) PID giới hạn trên : 100% (tương đương 20mA)

* (P132) PID giới hạn dưới : 10% (tương đương 4mA)

* (P133) điểm hoạt động PID : 20%

* (P134) Thời gian đáp ứng giá trị hồi tiếp : 1s

Bước 05: Vận hành hệ thống và theo dõi cho đến khi nhiệt độ đạt giá trị đặt.

Bước 06: Xác lập lại chế độ đo và điều khiển:

Chế độ điều khiển ON-OFF,

Lỗi ra Rơ le3/ Control Output 2 cho quạt làm mát.

Kiểu tác động ra: nóng

Nhiệt độ đặt là 50⁰C.

Bước 07: Theo dõi hoạt động của quạt cho đến khi nhiệt độ giảm tới giá trị đặt.

Ghi nhận các trạng thái trên bộ điều khiển, thời gian gia nhiệt...

So sánh với phương pháp điều khiển PID cho nhiệt độ với phương pháp sử dụng ON/OFF của bộ biến tần

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Bước 08: Kết thúc thí nghiệm, tắt nguồn điện.

Bước 09: Vệ sinh nơi thực hành, sắp xếp các dụng cụ, dây đầu nối. Bàn giao tình trạng thiết bị cho giáo viên hướng dẫn

V. Câu hỏi ôn tập

5.1. Trình bày nguyên lý hoạt động của bộ điều khiển nhiệt độ?

5.2. Trình bày phương pháp hoạt động của bộ điều khiển PID?

5.3. Vẽ lại sơ đồ hệ thống, trình bày nguyên lý làm việc của sơ đồ điều khiển nhiệt độ thông qua bộ biến tần bằng phương pháp on/off và phương pháp vòng kín PID?

5.4. Nêu một số ứng dụng của hệ thống trong thực tế?

VI. Tài liệu tham khảo

6.1. Giá trình hướng dẫn thực tập điện công nghiệp bài 8

6.2. Tài liệu hướng dẫn sử dụng bộ điều khiển nhiệt độ AX series

6.3. Tài liệu hướng dẫn điều khiển nhiệt độ trong công nghiệp TL-ĐCN 19

6.4. Catalogue hướng dẫn sử dụng bộ biến tần FR-D740