



HUST

ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI
HANOI UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

ONE LOVE. ONE FUTURE.



**ĐẠI HỌC
BÁCH KHOA HÀ NỘI**
HANOI UNIVERSITY
OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

THIẾT KẾ CHẾ TẠO MÁY RANG HẠT TỰ ĐỘNG THEO CHỦ KỲ

Giáo viên hướng dẫn: GS.TS Vũ Toàn Thắng

Sinh viên thực hiện : Chu Phúc Khánh - 20200614P

Nguyễn Văn Phúc - 20211035P

ONE LOVE. ONE FUTURE.

Nội dung

1. Đặt vấn đề và tổng quan

2. Ý tưởng và sơ đồ nguyên lý

3. Tính toán kết cấu máy

4. Tính toán và thiết kế mạch điều khiển nhiệt độ

5. Thực nghiệm

6. Kết luận



HUST

1. Đặt vấn đề và tổng quan

1. Đặt vấn đề và tổng quan

1.1 So sánh các máy rang hạt

Sự giống nhau của các máy rang hạt:

- Nguồn gia nhiệt
- Lồng quay hoặc tay trộn
- Bộ phận điều khiển nhiệt độ và hẹn giờ thời gian

Sự khác nhau của các máy rang hạt:

- Thời gian ở mỗi giai đoạn
- Nhiệt độ ở các giai đoạn



Máy rang hạt điều BV5



Máy rang cà phê GIESEN W1

1. Đặt vấn đề và tổng quan

1.2 Máy rang hạt theo chu kỳ

Tính năng của máy rang hạt theo chu kỳ :

- Có thể thêm vô hạn các giai đoạn với nhiệt độ và thời gian khác nhau
- Lưu trữ và xuất dữ liệu các công thức để rang các loại hạt khác nhau để phục vụ sử dụng và nghiên cứu
- Điều khiển trực tiếp với giao diện dễ dùng
- Điều khiển từ xa qua internet



Máy rang hạt phục vụ nghiên cứu

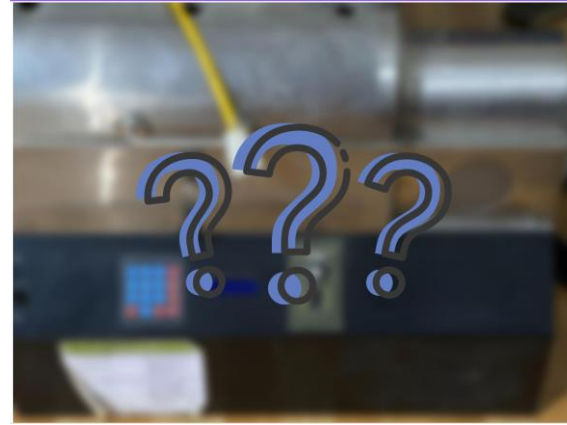
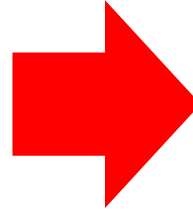
1. Đặt vấn đề và tổng quan

1.3 Cải tiến từ máy có sẵn



Máy rang hạt mini

- Thiết lập nhiệt độ thủ công
- Phải điều khiển trực tiếp mỗi giai đoạn
- Diện tích khe ra hạt quá nhỏ
- Thanh trộn lồng quay khiến hạt rang không đều
- Công suất rang nhỏ, không đều



Máy rang hạt tự động theo chu kỳ

- Thiết lập tự động toàn bộ các giai đoạn
- Tăng diện tích khe hở để hạt rơi xuống
- Thanh trộn mới để hạt rang được đều
- Công suất lớn hơn để hạt rang được đều



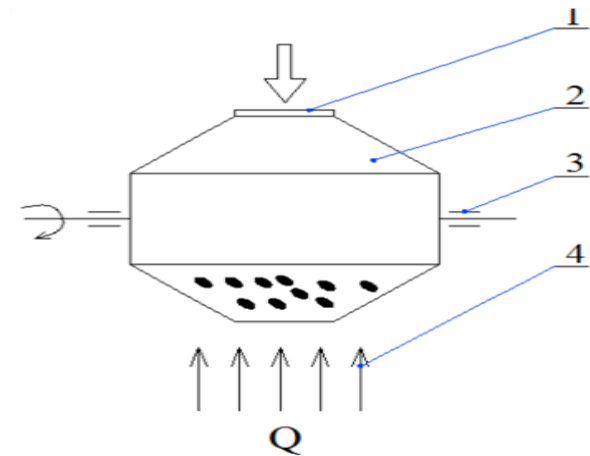
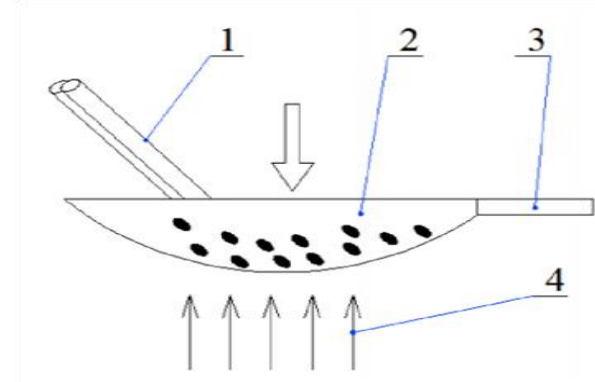
HUST

2. Ý tưởng và sơ đồ nguyên lý

2. Ý tưởng và sơ đồ nguyên lý

2.1.1 Phương án thiết kế

- Rang hạt bằng chảo rang thường
 - Ưu điểm: dễ thực hiện, đơn giản
 - Nhược điểm: hạt không đều, rang được số lượng ít, phụ thuộc nhiều vào kinh nghiệm người rang, thành phần hóa học bị thay đổi
- Rang hạt kiểu lồng cầu
 - Ưu điểm : dễ thực hiện, đơn giản, rang được số lượng lớn
 - Nhược điểm : một số hạt bị cháy xém không tách được vỏ, thành phần hóa học bị thay đổi nhiều do rang lâu



2. Ý tưởng và sơ đồ nguyên lý

2.2.2 Lựa chọn phương án

Yêu cầu đặt ra cho thiết bị:

- Năng suất 0,5 kg/mẻ
- Gia nhiệt bằng bóng halogen
- Hạt cà phê sau khi rang phải đạt chất lượng cao, chín đều không cháy xén, không làm thay đổi nhiều thành phần hóa học
- Máy rang phải làm việc tốt, an toàn, năng suất và tuổi thọ cao
- Dễ vận hành, chi phí sản xuất thấp, phù hợp điều kiện và nhu cầu sử dụng

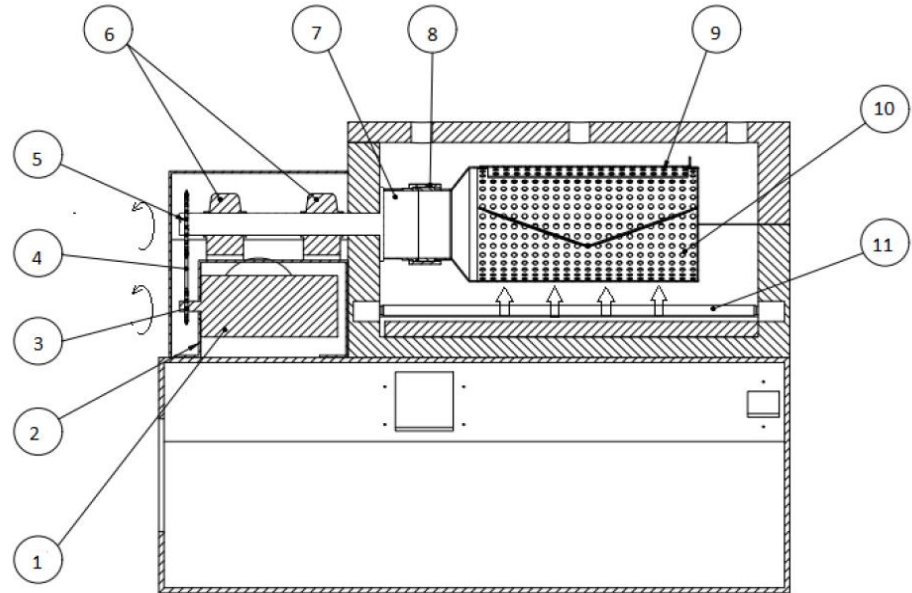
Phương án thiết kế:

- Cà phê trong lồng rang được gia nhiệt bằng bóng halogen
- Trong khi nhiệt lượng được cấp, lồng rang quay liên tục để đảo đều cà phê
- Cảm biến nhiệt độ và người vận hành sẽ giám sát toàn bộ quá trình
- Vỏ trấu và vỏ lụa bị bong tróc trong quá trình sẽ rơi xuống khay chứa
- Cà phê sau khi rang xong sẽ được chuyển xuống khay chứa được thiết kế phía dưới
- Khói và tạp chất theo ống dẫn khói được hút ra ngoài

2. Ý tưởng và sơ đồ nguyên lý

2.2.3 Sơ đồ nguyên lý

1. Động cơ
2. Giá đỡ động cơ
3. Đĩa xích
4. Nhông xích
5. Đĩa xích
6. Ổ lăn
7. Trục truyền chuyển động
8. Zắc co
9. Nắp lồng rang
10. Lồng rang
11. Bóng halogen



Tất cả các chi tiết máy, bộ phận máy tiếp xúc trực tiếp với nguyên liệu rang đều sử dụng INOX SUS304 đảm bảo vệ sinh an toàn thực phẩm



HUST

3. Tính toán kết cấu máy

3. Tính toán kết cấu máy

3.1 Thiết kế tính toán kích thước lồng rang

- Thiết kế lồng quay nên hình dạng lồng sẽ là hình trụ dài nằm ngang.
- Dung tích cà phê có trong lồng ($p = 550\text{kg/m}^3$, $m = 0,5\text{kg}$)

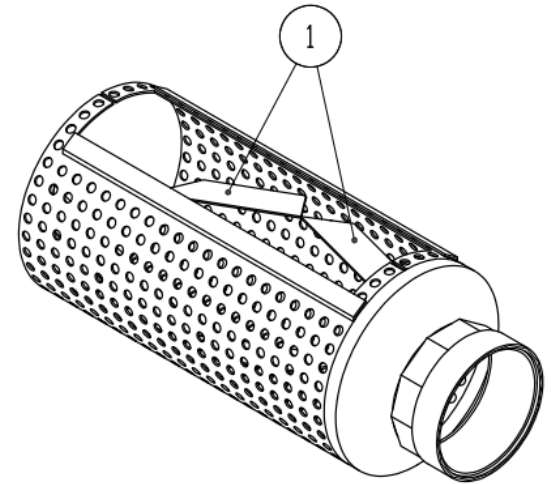
$$V_1 = \frac{0,5}{550} = \frac{0,5}{550} \approx 10^{-3} \text{ (m}^3\text{)}$$

- Dung tích hình học của lồng rang :

$$V_2 = 2,5 V_1$$

- Mặt khác : $V_2 = \pi \cdot R^2 \cdot L$
- Chọn $L = 4R$
- Ta có kết quả: $L = 0,22\text{m}$, lấy $L = 0,21\text{m}$

Vậy lồng rang hình trụ tròn có $R = 0,055\text{m}$ chiều dài $L = 0,21\text{m}$



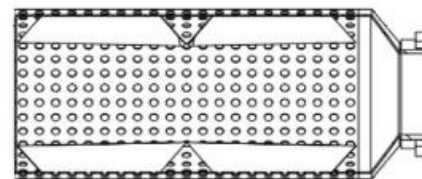
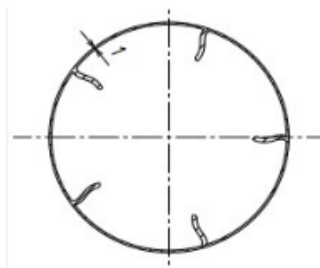
3. Tính toán kết cấu máy

3.2 Thay thế cải tiến hệ thống mới

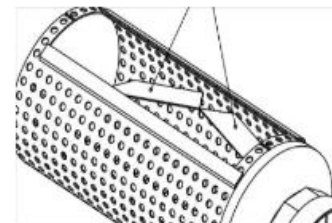
a) Cải tiến hệ thống cánh nâng



Hình 3. 5 Hình chiếu lồng quay chưa cải tiến



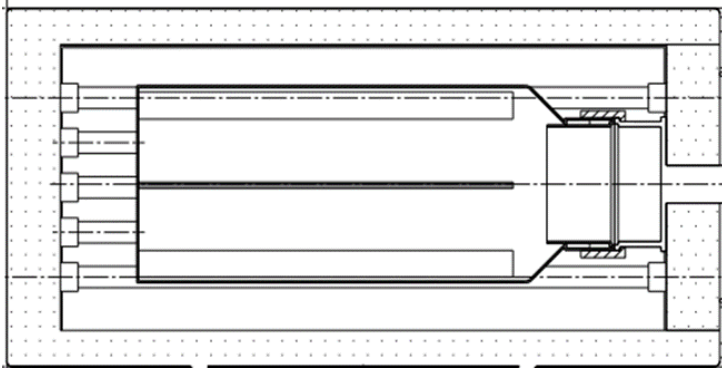
Hình 3. 6 Hình chiếu lồng quay đã cải tiến



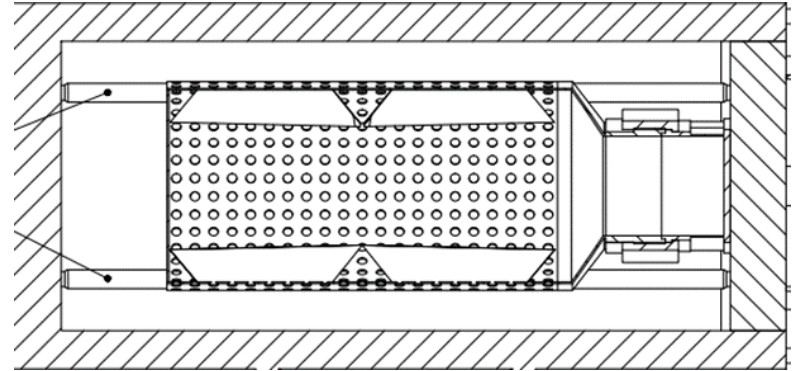
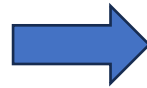
- 5 cánh nâng hình chữ nhật nằm dọc trục quay hướng vào tâm
- Mật độ cánh nâng dày, hạt khi được quay rang sẽ bị vướng vào góc giữa cánh với thành lồng làm hạn chế chuyển động của hạt khiến chúng không được đảo đều từ đó giảm chất lượng thành phẩm
- 2 cánh nâng hình thang cân ghép với nhau tạo thành chữ V đặt ngược hướng đối diện nhau
- Do chỉ có 2 hệ thống cánh đặt đối diện nhau, có khe hở tại các điểm giao nhau làm tăng không gian, hạt chuyển động tối đa khi rang
- Hệ thống hình chữ V hướng lên khiến hạt được đảo đều khi rang

3. Tính toán kết cấu máy

b) Cải tiến hệ thống gia nhiệt



3a. Hệ thống cũ



3b. Hệ thống mới

- Thay hệ thống bóng sấy thạch anh bằng hệ thống bóng nhiệt trở halogen
- Số lượng từ 5 xuống 2 bóng, vẫn giữ được nhiệt lượng cung cấp cho hệ thống
- Khoảng cách đặt bóng lớn giúp khi đổ thành phẩm từ lồng xuống khay chứa hạt không va đập vào bóng làm tăng tuổi thọ của bóng

3. Tính toán kết cấu máy

3.3 Tính toán chọn động cơ

- Khối lượng hạt trong lồng $m = 0,5 \text{ kg}$
- Phần lớn năng lượng truyền động cho lồng bị tiêu hao cho việc nâng hạt trong lồng khi quay
- Tốc độ quay lí tưởng $n = 0,5 \text{ vg/s}$
- Công suất để nâng hạt trong 1 kì :

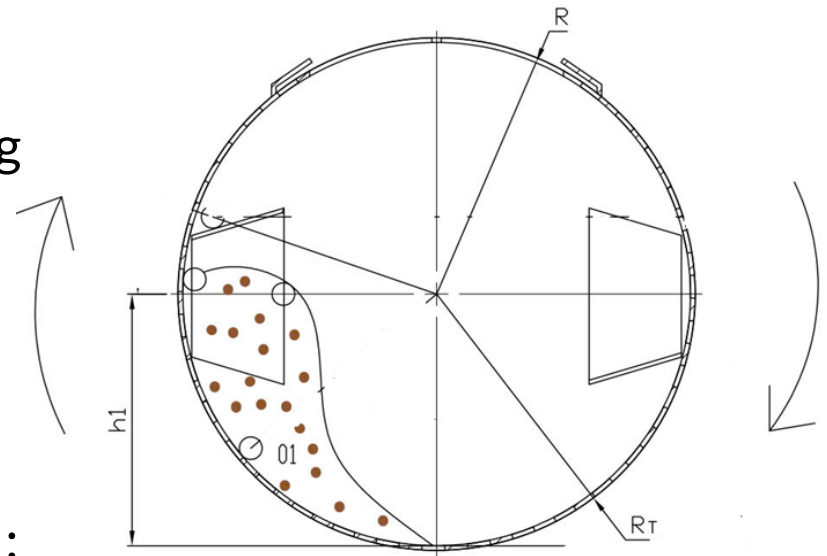
$$P_c = W \cdot f \cdot n = 0,269 \text{ W}$$

- Công suất tiêu hao do ma sát với ổ lăn :

$$P_{ms} = M_{ms} \cdot \omega = 2,6 \cdot 10^{-5} \cdot \pi = 8,2 \cdot 10^{-5} \text{ Nm}$$

- Vậy công suất động cơ cần là ($k = 1,5$) :

$$P_{dc} = k \cdot (P_c + P_{ms}) = 0,405 \text{ W}$$



Quỹ đạo chuyển động của hạt

3. Tính toán kết cấu máy

3.3 Tính toán chọn động cơ

- Động cơ cảm ứng dòng A : 2IK6GN-A
- Hộp số giảm tốc 1 cấp trực vít, có tỉ số truyền 25 (2GN25L)
- Công suất dẫn động : $P = 0,405W$
- Công suất danh nghĩa 6W
- Điện áp 200V
- Dòng điện 0,1A
- Tần số hoạt động 50/60 Hz
- Tốc độ quay 1200/1450 rpm
- Tụ điện khởi động $0,7\mu F$



3. Tính toán kết cấu máy

3.4 Tính toán thiết kế bộ truyền xích

- Công suất tính toán, không gian cấu tạo không quá lớn nên p_c , a nhỏ
- Tỷ số truyền $u = 2$
- Chọn số răng đĩa nhỏ $z_1 = 12$ do đó $z_2 = 24$
- Từ các dữ liệu trên chọn xích con lăn #25 tiêu chuẩn ANSI
- Khoảng cách trục ($a < 25p_c$):
 $a = 13$. $p_c = 82,55 \text{ mm}$
- Số mắt xích: $x = 44,2$ (lấy $x = 44$)
- $a^* = 81,65 \text{ mm}$, $\Delta a = 0,003.81,65 = 0,25$
- Do đó $a = a^* - \Delta a = 81,4 \text{ mm}$
- Số lần va đập xích $i = 1,05 < [i]$



Thông số	Ký hiệu	Giá trị (mm)
Bước xích	p	6.35 mm (1/4")
Đường kính con lăn	d_r	3.30 mm
Chiều rộng trong	W	3.18 mm
Đường kính chốt	d_p	2.31 mm
Chiều dài chốt	L_p	7.40 mm
Chiều cao tấm xích	h_t	5.72 mm
Độ bền kéo tối thiểu		~ 890 N

Thông số xích #25 tiêu chuẩn ANSI

3. Tính toán kết cấu máy

3.4 Tính toán thiết kế bộ truyền xích

$$S = \frac{Q}{k_d \cdot F_t + F_0 + F_v}$$

- Tải trọng phá hỏng $Q = 890\text{N}$
- Khối lượng 1 m xích $q = 0,14\text{ kg}$
- $s = 61,76 > [s]$

<u>Điều kiện làm việc</u>	<u>Hệ số an toàn S</u>
Tải trọng ổn định, môi trường sạch sẽ	$S = 6 - 8$
Tải trọng có dao động nhẹ	$S = 8 - 12$
Tải trọng va đập, môi trường khắc nghiệt	$S = 12 - 15$

Hệ số an toàn cho phép của xích con lăn #25

Độ bền tiếp xúc của xích :

$$\delta_H = 0,47 \cdot \sqrt{\frac{k_r \cdot (F_t K_d + F_{vd}) \cdot E}{A \cdot k_d}}$$

- $K_d = k_d = 1$ hệ số tải động
- $k_r = 0,95$ hệ số ảnh hưởng của số bánh răng ($z_1 = 12$)
- $A = 2,5\text{ mm}^2$

- $F_{vd} = 0,02\text{ N}$
- Modun đàn hồi $E = 210000\text{ MPa}$
- $F_t = 14,3\text{ N}$

$$\rightarrow \delta_H = 502\text{ MPa}$$



HUST

4.Tính toán và thiết kế mạch điều khiển nhiệt độ

4. Tính toán và thiết kế mạch điều khiển nhiệt độ

4.1 Tính toán và chọn điện trở gia nhiệt

Ví dụ là hạt cà phê:

Nhiệt độ đầu vào $t_1 = 25^\circ\text{C}$ là nhiệt độ cà phê chưa rang

Nhiệt độ đầu ra $t_2 = 230^\circ\text{C}$ là nhiệt độ sau khi rang

Độ ẩm ban đầu của cà phê chưa rang $w_1 = 0,5 - 1\%$

Ta chọn thời gian rang cho 1 mẻ $i = 20$ phút

Nhiệt độ tổn thất của toàn quá trình: $W = W_{qt} + W_{tt} = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 = 557 + 85,7 + 120 + 115,8 = 878,5 \text{ (W)}$

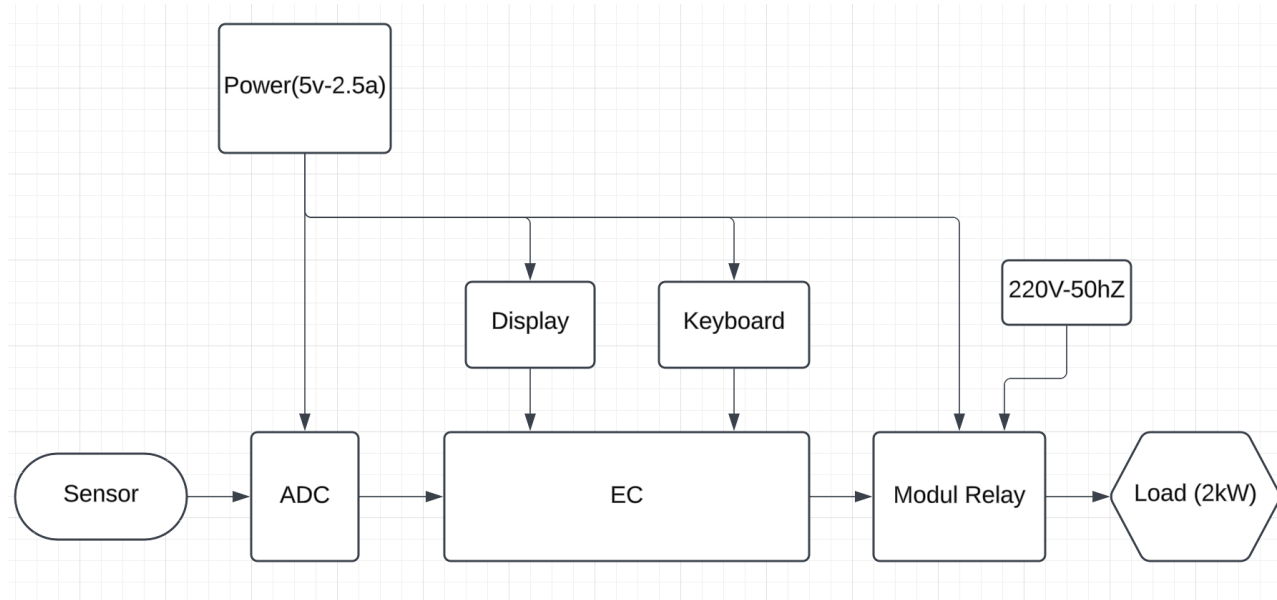
- Trong trường hợp này ta chọn hai bóng halogen mỗi bóng 1000W



Bóng nhiệt trở Halogen

4. Tính toán và thiết kế mạch điều khiển nhiệt độ

4.2 Mô hình tổng quát và chọn linh kiện



- Sensor: Thermocouple type K – NDK1M2C
- ADC: IC Max6675
- Display: Mô đun màn hình MPI3508 3.5inch (480x320 pixels)
- EC: Máy tính nhúng Raspberry Pi 3B+
- Keyboard: Bàn phím mạch màng mini có kết nối receiver 2.4GHz
- Modul relay 2 kênh SRD-05VDC-SL-C

4. Tính toán và thiết kế mạch điều khiển nhiệt độ

4.3 Hình ảnh và thông số các linh kiện

Thông số cơ bản của Mô đun MPI3508:

- Điện áp hoạt động 5V
- Dòng điện tối đa tiêu thụ: 0.5A
- Kích thước 3.5 inch
- Độ phân giải 480x320 Pixels
- Trọng lượng: 145g



Thermocouple type K – NDK1M2C

- Type K
- Dải đo: 0- 400°C
- Chiều dài dây tín hiệu: 1m
- Chiều dài đầu đo: 2cm
- Sử dụng cho các máy kiểm tra nhiệt độ loại nhỏ
- IC chuyển đổi thích hợp : IC MAX6675 hoặc Modul MAX6675



4. Tính toán và thiết kế mạch điều khiển nhiệt độ

4.3 Hình ảnh và thông số các linh kiện

Mô đun MAX6675:

- điện áp hoạt động 3-5V DC
- Độ phân giải ADC 12bit
- Chuẩn giao tiếp SPI
- Dây nhiệt độ đo được từ 2.0 đến 1024°C. Độ phân giải 0.25 trên 1 đơn vị
- Nhiệt độ làm việc: -20 đến 85°C
- Kích thước Mô đun: 15*25mm



Bàn phím mini

Sử dụng bàn phím có tích hợp chuột trackpad để điều khiển máy tính nhúng quá receiver 2.4GHz. Bàn phím màng (Membrane Keyboard)

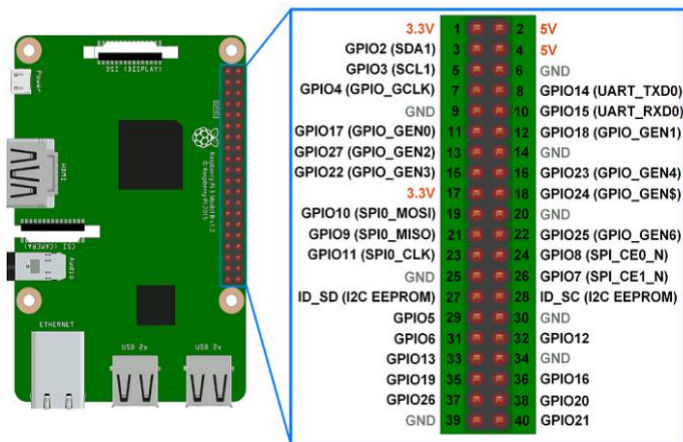


4. Tính toán và thiết kế mạch điều khiển nhiệt độ

4.3 Hình ảnh và thông số các linh kiện



Raspberry pi 3b+



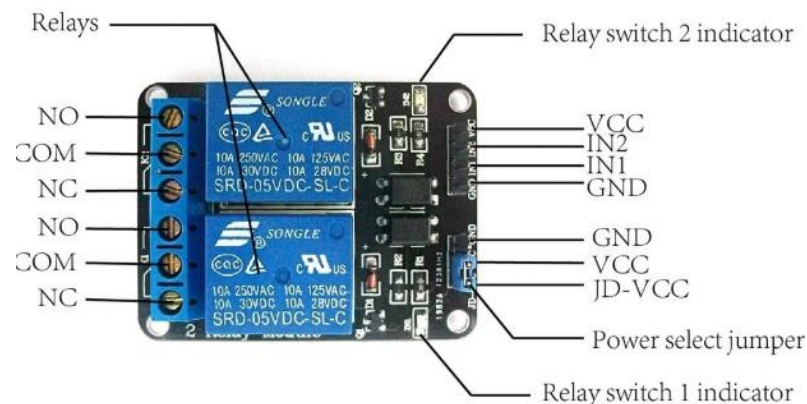
- Bộ vi xử lý (CPU): Broadcom BCM2837B0, lõi tứ Cortex-A53 (ARMv8) 64-bit, xung nhịp 1.4GHz
- Bộ nhớ (RAM): 1GB LPDDR2 SDRAM
- Wi-Fi, Bluetooth, 4 cổng USB 2.0, 1 cổng HDMI kích thước đầy đủ. Cổng MIPI DSI cho màn hình và MIPI CSI cho camera, Giắc cắm âm thanh
- GPIO: Header 40 chân GPIO để mở rộng và kết nối với các thiết bị ngoại vi.
- Lưu trữ: Khe cắm thẻ nhớ Micro SD để tải hệ điều hành và lưu trữ dữ liệu.
- Nguồn điện: Yêu cầu nguồn 5V/2.5A qua cổng micro USB.
- Kích thước: 82mm x 56mm x 19.5mm

4. Tính toán và thiết kế mạch điều khiển nhiệt độ

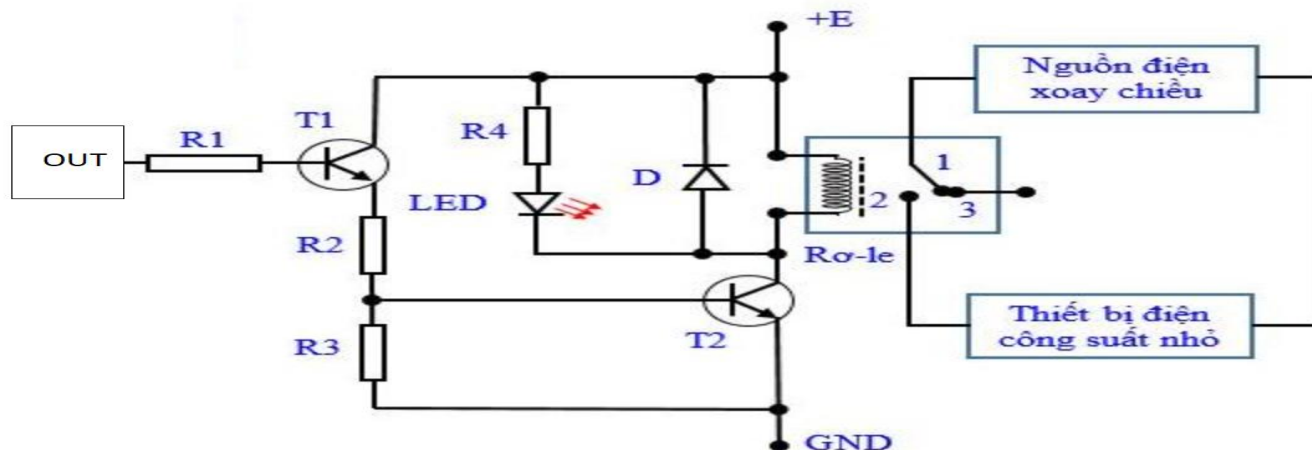
4.3 Hình ảnh và thông số các linh kiện

Modul relay 2 kênh SRD-05VDC-SL-C

- Điện áp tối đa 250V AC
- Dòng tải rỗi đa 10A(với một kênh)
- Diot phát quang báo đóng mở



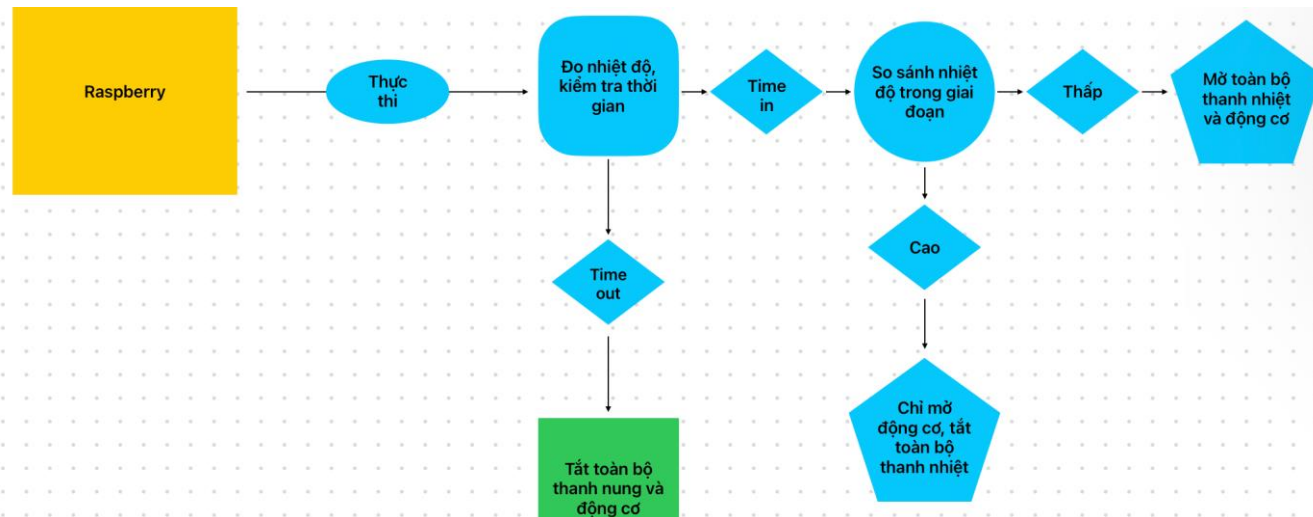
Sơ đồ mạch Modul Relay



4. Tính toán và thiết kế mạch điều khiển nhiệt độ

4.4 Khái quát kiến trúc phần mềm

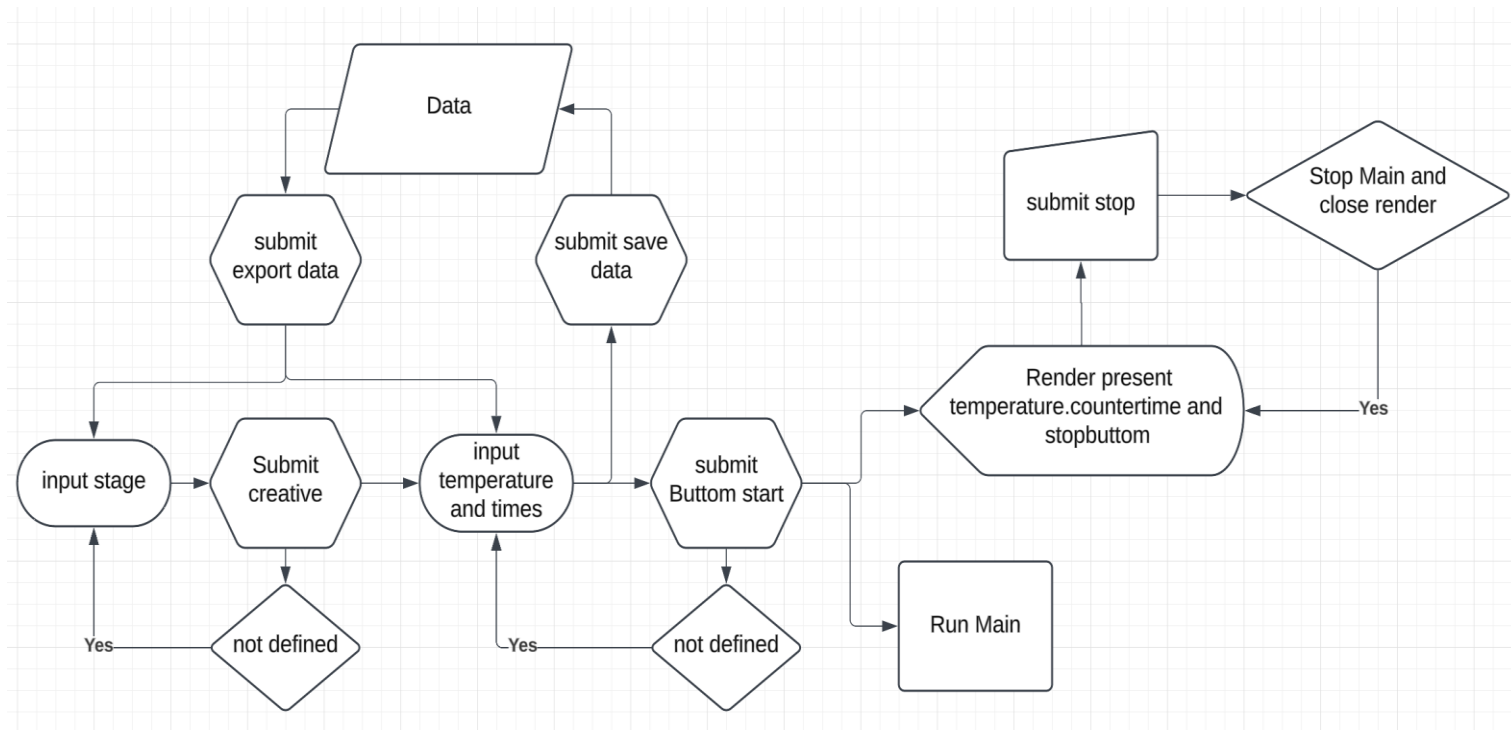
- Ngôn ngữ lập trình Python
- Cho phép gần như vô hạn các chu kỳ
- 2 chương trình riêng biệt offline và online
- Lưu trữ và xuất dữ liệu (Json) các lần rang



Sơ đồ khối chương trình điều khiển output

4. Tính toán và thiết kế mạch điều khiển nhiệt độ

4.4 Khái quát kiến trúc phần mềm



Sơ đồ khối chương trình giao diện điều khiển

4. Tính toán và thiết kế mạch điều khiển nhiệt độ

4.4 Khái quát kiến trúc phần mềm

Nhập nhiệt độ và thời gian cho từng giai đoạn

Nhập số giai đoạn:

3

Tạo thông tin chi tiết

Giai đoạn	Nhiệt độ (°C)	Thời gian (phút)
Giai đoạn 1	131	13
Giai đoạn 2	157	10
Giai đoạn 3	200	16

Lưu dữ liệu

Xuất dữ liệu đã lưu

Bắt đầu

Giao diện chương trình offline

Máy rang IOT

Nhập nhiệt độ và thời gian cho từng giai đoạn

Nhiệt độ hiện tại: 0.00 °C

Số giai đoạn: 3 Tạo công thức mới

Giai đoạn 1: 123 12

Giai đoạn 2: 143 17

Giai đoạn 3: 152 10

Tên công thức lưu: Tên công thức (vd: reci) Lưu dữ liệu Chạy chương trình Dừng chương trình

Quản lý Công Thức

Tải danh sách công thức

Tên công thức: Tên công thức Xuất dữ liệu

Giao diện chương trình online



HUST

5. Thực nghiệm

5. Thực nghiệm

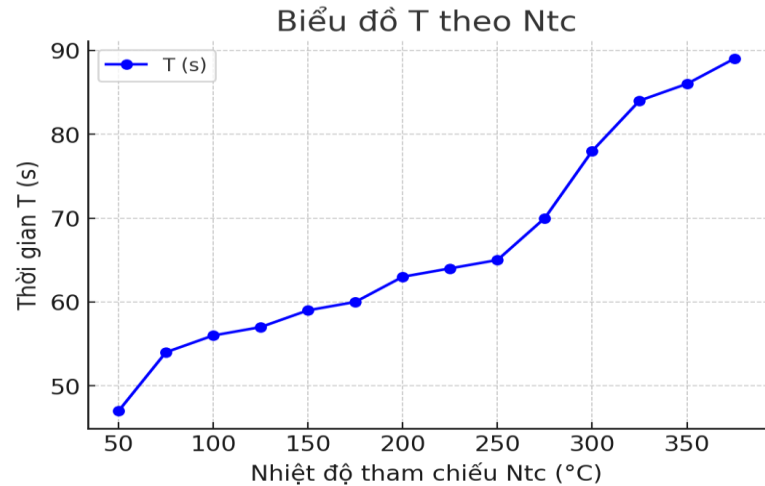
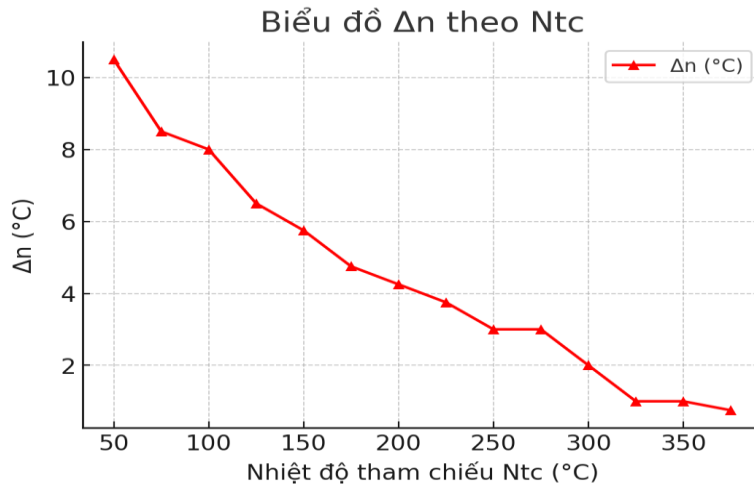
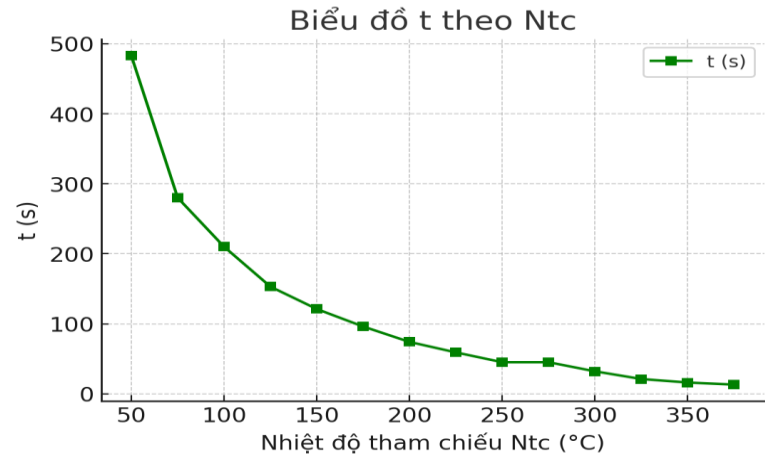
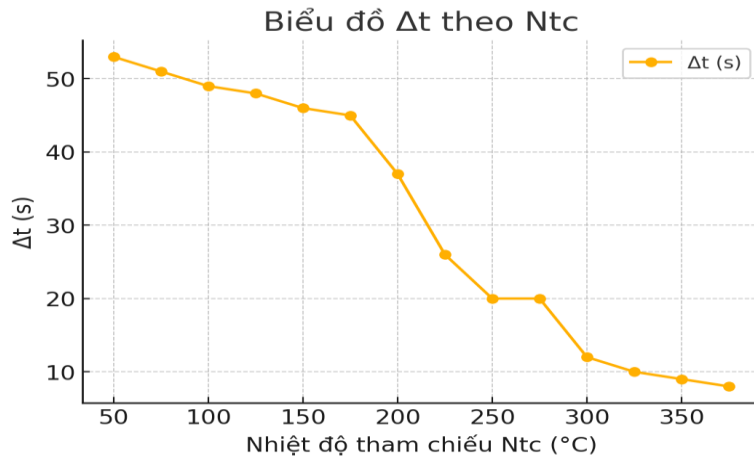
5.1 Thực nghiệm tăng nhiệt độ từng phần

Kí hiệu thực nghiệm:

- ΔN : là thời gian mở thanh gia nhiệt để tăng 25 độ đơn vị là giây
- Δt : là thời gian tính từ lúc thanh gia nhiệt tắt đến khi nhiệt độ đạt cực đại trong mỗi lần tăng đơn vị là giây
- t : là khoảng thời gian từ khi dừng gia nhiệt đến khi gia nhiệt trở lại mỗi lần đơn vị là giây
- Δn : là khoảng chênh lệch nhiệt độ lớn nhất khi dừng gia nhiệt mà hệ thống có thể đạt được so với nhiệt độ tham chiếu để dừng mỗi 25 độ đơn vị là độ C
- N_{tc} : là nhiệt độ tham chiếu đo đơn vị là độ C

5. Thực nghiệm

5.1 Thực nghiệm tăng nhiệt độ từng phần

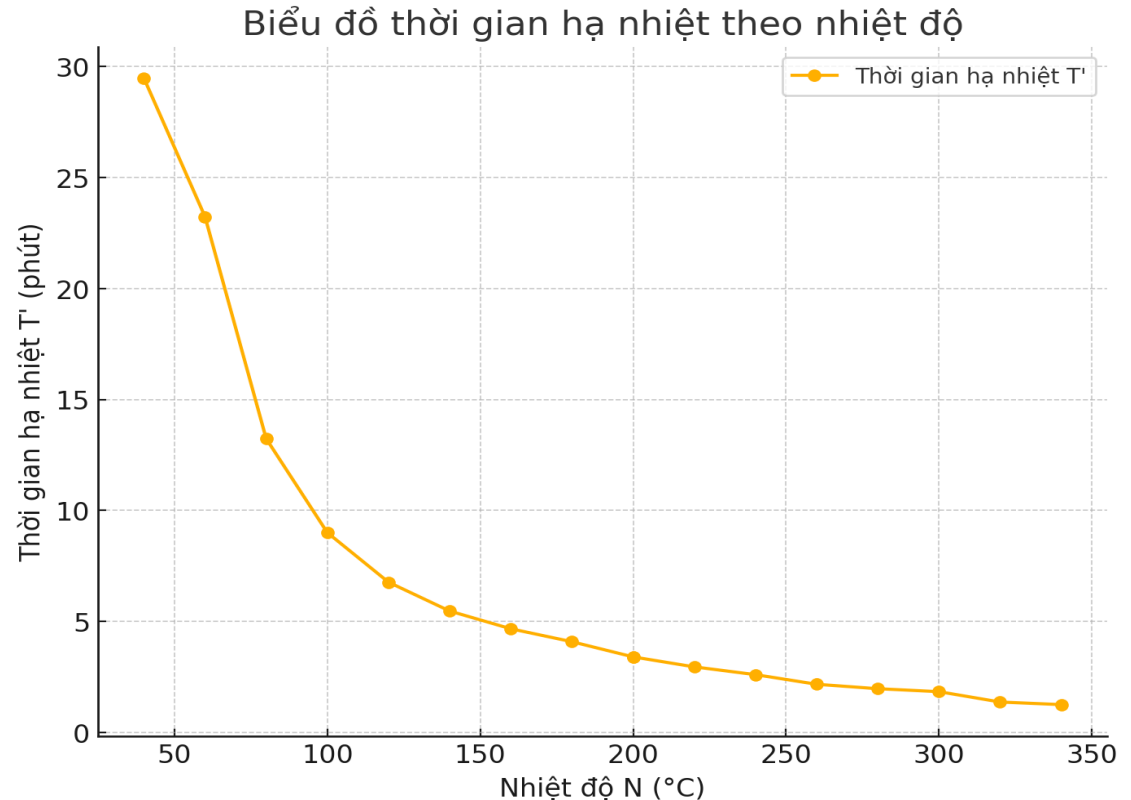


5. Thực nghiệm

5.2 Thực nghiệm giảm nhiệt độ

Từ thực nghiệm sẽ có bảng thời gian hạ nhiệt tự nhiên với nhiệt độ phòng 25°C của máy sẽ là:

- $\Delta N'$: khoảng hạ nhiệt mỗi 20°C
- Với mốc nhiệt độ từ 360°C đến 40°C
- T' : là khoản thời gian cần để hạ nhiệt tính bằng phút





HUST

6. Kết luận

6. Kết luận

Sau quá trình nghiên cứu, tính toán và thiết kế, đồ án "**Thiết kế chế tạo máy rang hạt tự động theo chu kỳ**" đã hoàn thành. Đây là những kết quả đã đạt được sau khi hoàn thành:

- ✓ Thiết kế hoàn thiện máy rang hạt theo chu kỳ, tích hợp IoT để giám sát và điều khiển từ xa giúp tối ưu hóa quá trình rang hạt
- ✓ Hoàn thành cải tiến nâng cấp các bộ phận chưa được tốt như : lồng quay, hệ thống gia nhiệt, mạch vi xử lý chương trình điều khiển
- ✓ Đảm bảo các yếu tố kỹ thuật : máy có hiệu suất cao, dễ bảo trì vận hành
- ✓ Tính toán độ bền, tuổi thọ và khả năng làm việc ổn định của từng bộ phận đảm bảo máy có thể vận hành lâu dài mà không gặp khó khăn

Hạn chế và hướng phát triển:

- Màn hình hiển thị chưa đủ lớn để dễ dàng sử dụng
- Cần tiếp tục nghiên cứu thêm về vật liệu chế tạo, phương pháp gia nhiệt tối ưu, cơ cấu nền và hệ thống điều khiển tự động thông minh để nâng cao hiệu quả



HUST

**XIN CẢM ƠN THẦY CÔ HỘI
ĐỒNG BẢO VỆ ĐÃ LẮNG
NGHE!**

**CHÚC THẦY CÔ CÓ THẬT
NHIỀU SỨC KHỎE VÀ THÀNH
CÔNG TRÊN CON ĐƯỜNG SỰ
NGHIỆP TRỒNG NGƯỜI!**