

**ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ**



LÊ THỊ BẠCH DIỆP

**NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ, CHẾ TẠO THIẾT BỊ THU
THẬP VÀ XỬ LÝ TÍN HIỆU ĐIỆN TIM 12 ĐẠO TRÌNH**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ
CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT ĐIỆN TỬ, TRUYỀN THÔNG**

HÀ NỘI - 2016

**ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ**



LÊ THỊ BẠCH DIỆP

**NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ, CHẾ TẠO THIẾT BỊ THU
THẬP VÀ XỬ LÝ TÍN HIỆU ĐIỆN TIM 12 ĐẠO TRÌNH**

Ngành : Công nghệ Kỹ thuật Điện tử, Truyền thông

Chuyên ngành : Kỹ thuật Điện tử

Mã ngành: 60520203

**LUẬN VĂN THẠC SĨ
CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT ĐIỆN TỬ, TRUYỀN THÔNG**

Cán bộ hướng dẫn: PGS.TS. Chử Đức Trình

HÀ NỘI - 2016

LỜI CẢM ƠN

Lời đầu tiên, em xin gửi lời cảm ơn chân thành và sâu sắc nhất đến Thầy. PGS.TS. Chủ Đức Trình. Thầy đã tận tình hướng dẫn, góp ý định hướng cho em trong suốt quá trình thực hiện luận văn tốt nghiệp tại Khoa Điện tử Viễn thông, Trường Đại học Công nghệ.

Em xin chân thành cảm ơn đến tất cả các thầy cô khoa Điện tử - Viễn thông trường Đại học Công nghệ - Đại học Quốc gia Hà Nội, những kiến thức và kinh nghiệm quý báu mà em nhận được từ thầy cô trong suốt quá trình theo học sẽ là hành trang tốt nhất giúp em vững bước trong sự nghiệp của mình.

Cuối cùng, Em xin gửi những lời tri ân đến gia đình, bạn bè, những người thân yêu nhất luôn quan tâm và tạo điều kiện tốt nhất cho em trong suốt quá trình học tập.

Hà Nội, ngày tháng năm 2016

Học viên

Lê Thị Bạch Diệp

LỜI CAM ĐOAN

Em xin cam đoan luận văn: “**Nghiên cứu, thiết kế chế tạo thu thập và xử lý tín hiệu điện tim 12 đạo trình**” là do PGS.TS. Chử Đức Trình trực tiếp hướng dẫn. Các số liệu, kết quả được trình bày trong luận văn là hoàn toàn trung thực.

Luận văn tốt nghiệp đánh dấu cho những thành quả, kiến thức em đã thu nhận được trong quá trình rèn luyện và học tập tại trường.

Trong luận văn này, em đã sử dụng một số tài liệu tham khảo được chỉ ra trong danh mục Tài liệu tham khảo.

Hà Nội, ngày tháng năm 2016

Người cam đoan

Lê Thị Bạch Diệp

MỤC LỤC

LỜI CẢM ƠN

LỜI CAM ĐOAN

MỤC LỤC

DANH SÁCH HÌNH VẼ

LỜI MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG 1.	3
CƠ SỞ LÝ THUYẾT CHUNG VỀ ĐIỆN TIM	3
1.1. Cấu tạo và hoạt động của tim.....	3
1.2. Khái niệm về điện tâm đồ	6
1.3. Cơ sở phát sinh điện thế tế bào Và đặc tính điện sinh lý học	8
1.3.1. Điện thế tế bào	8
1.3.2. Điện sinh lý học cơ tim	8
1.4. Cơ chế hình thành điện tim đồ	9
1.4.1. Giai đoạn khử cực	9
1.4.2. Giai đoạn tái cực	9
1.4.3. Các giai đoạn tạo sóng	10
1.5. Hệ thống các chuyển đao	15
1.5.1. Chuyển đao mău.....	15
1.5.2. Chuyển đao các chi	17
1.5.3. Chuyển đao trước tim.....	19
1.6. Các đặc điểm cơ bản của tín hiệu điện tim	21
1.7. Giới thiệu về bệnh động mạch vành.	23
1.7.1. Khái niệm và nguyên nhân gây bệnh:.....	23
1.7.2. Triệu chứng và hậu quả của bệnh động mạch vành:.....	25
1.7.3. Điện tâm đồ của động mạch vành:.....	26
1.7.4. Các tiêu chuẩn chẩn đoán bệnh:.....	26
1.8. Vai trò của điện tim trong điều trị bệnh.....	29
CHƯƠNG 2.	31

THIẾT KẾ CHẾ TẠO MÁY ĐO ĐIỆN TIM	31
2.1. Các yêu cầu của máy đo điện tim	32
2.2. Sơ đồ khối của máy điện tim.....	33
2.3. Thiết kế sơ đồ mạch nguyên lý	33
2.3.1. Khối nguồn	33
2.3.2. Khối mạch tiền khuếch đại và mạch bảo vệ đầu vào	34
2.3.3. Khối chọn chuyển đao	34
2.3.4. Mạch khuếch đại vi sai	36
2.3.5. Khối lọc thông cao 0.05 Hz.....	37
2.3.6. Khối lọc thông thấp 100 Hz.....	39
2.3.7. Khối lọc triệt tần 50 Hz	40
2.3.8. Khối khuếch đại tín hiệu ra	41
2.4. Vi điều khiển, truyền thông RS232 và giao diện phần mềm hiển thị	42
2.4.1. Vi điều khiển PIC 16F877A	42
2.4.2. Truyền thông RS232.....	44
2.5. Mạch nguyên lý tổng thể.....	45
2.6. Mạch in.....	46
2.7. Hệ thống máy tính trung tâm, hiển thị	47
CHƯƠNG 3	48
KẾT QUẢ	48
3.1. Kết quả máy điện tim	48
3.2. Một số định hướng phát triển trong thời gian tới	55

DANH SÁCH HÌNH VẼ

Hình 1.1. Cấu tạo tim người (Nguồn: Internet)	3
Hình 1.2. Vị trí các nút và bó His (Nguồn: Internet)	4
Hình 1.3. Chu kỳ của tim (Nguồn: Internet).....	5
Hình 1.4. Điện tâm đồ của người bình thường (Nguồn: Internet)	7
Hình 1.5. Sự khử cực và tái cực (Nguồn: Internet).....	10
Hình 1.6. Sóng P	11
Hình 1.7. Sự hình thành sóng P (Nguồn: Internet)	11
Hình 1.8. Sóng QRST	12
Hình 1.9. Sự hình thành sóng Q (Nguồn: Internet).....	12
Hình 1.10. Sự hình thành sóng R, S (Nguồn: Internet)	13
Hình 1.11. Sự hình thành sóng T (Nguồn: Internet)	14
Hình 1.12. Phức bộ điện tâm đồ (Nguồn: Internet)	14
Hình 1.13. Chuyển đao mẫu – tam giác Einthoven	15
Hình 1.14. Điểm cực trung tâm Wilson	17
Hình 1.15. Chuyển đao đơn cực các chi	18
Hình 1.16. Chuyển đao trước tim.....	20
Hình 1.17. Sơ đồ minh họa mặt cắt tim và các chuyển đao tương ứng.....	20
Hình 1.18. Bộ phức của sóng điện tim và biên độ	21
Hình 1.19. các giai đoạn xơ vữa động mạch (Nguồn: Internet)	23
Hình 1.20. Mặt cắt dọc xơ vữa động mạch (Nguồn: Internet).....	24
Hình 1.21. bệnh nhân động mạch vành (Nguồn: Internet)	25
Hình 1.22. biến chứng xơ vữa động mạch (Nguồn: Internet).....	26
Hình 1.23. Điện tâm đồ động mạch vành	26
Hình 1.24. Dấu hiệu hoại tử	27
Hình 1.25. Các dạng chênh xuồng	28
Hình 1.26. các dạng sóng T.....	28

Hình 1.27. Nhồi máu cơ tim thành dưới với ST chênh lên ở II,III, aVF....	29
Hình 1.28. Nhồi máu cơ tim thành dưới với ST chênh lên ở II,III, aVF....	29
Hình 2.1. Sơ đồ khối của hệ thống.....	33
Hình 2.2. Mạch tiền khuếch đại [7]	34
Hình 2.3. Mạch chọn chuyền đạo [7].....	35
Hình 2.4. Sơ đồ chân và nguyên lý hoạt động của IC CD4051.....	36
Hình 2.5. Mạch khuếch đại vi sai.....	37
Hình 2.6. Mạch lọc thông cao [8]	37
Hình 2.7. Đặc tính tần số mạch lọc thông cao [8]	38
Hình 2.8. Mạch lọc thông thấp [8]	39
Hình 2.9. Đặc tính tần số mạch lọc thông thấp [8]	39
Hình 2.10. Mạch lọc triệt tần 50 Hz [8]	40
Hình 2.12. Mạch khuếch đại tín hiệu ra.....	41
Hình 2.13. Cấu trúc chức năng của PIC 16F877A [16].....	42
Hình 2.14. Sơ đồ chân PIC 16F877A [16].....	44
Hình 2.15. Sơ đồ nguyên lý mạch nguồn và giao tiếp.....	45
Hình 2.16. Sơ đồ nguyên lý mạch vi điều khiển.....	45
Hình 2.17. Sơ đồ nguyên lý mạch thu thập tín hiệu từ các điện cực và xử lý tín hiệu.....	46
Hình 2.18. Sơ đồ mạch in.....	46
Hình 2.19. Khối máy tính, hiển thị và thu phát trung tâm [16]	47
Hình 3.1. Một số hình ảnh liên quan đến hệ thống đo điện tim.....	48
Hình 3.2. Hình ảnh thực tế của mạch.....	49
Hình 3.3. Một số giao diện của thiết bị.....	50
Hình 3.4. Giao diện đo tín hiệu điện tim – LEAD I	50
Hình 3.5. Giao diện đo tín hiệu điện tim – LEAD II	51
Hình 3.6. Giao diện đo tín hiệu điện tim – LEAD III.....	51

Hình 3.7. Giao diện đo tín hiệu điện tim – LEAD aVR	52
Hình 3.8. Giao diện đo tín hiệu điện tim – LEAD aVF	52
Hình 3.9. Giao diện đo tín hiệu điện tim – LEAD V1	53
Hình 3.10. Giao diện đo tín hiệu điện tim – LEAD V3	53
Hình 3.11. Giao diện đo tín hiệu điện tim – LEAD V4	54
Hình 3.12. Giao diện đo tín hiệu điện tim – LEAD V5	54
Hình 3.13. Giao diện đo tín hiệu điện tim – LEAD V6	55

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

LA	(Left arm)	Tay trái
RA	(Righ arm)	Tay Phải
RL	(Right leg)	Chân phải
LL	(Left leg)	Chân Trái
VR	(Voltage right)	Điện thế bên phải
VL	(Voltage left)	Điện thế bên trái
VF	(Voltage foot)	Điện thế chi
ADC	(Analog to Digital Converter)	Bộ chuyển đổi tương tự sang số
CMOS	(Complementtary Metal-Oxide-semiconductor)	Vật liệu bán dẫn gồm NMOS và CMOS măc tổ hợp với nhau
TTL	(Transistor-Transistor Logic)	Cỗng logic dung Transistor
USART	(UniversalSynchronous&Asynchronous serial Reveiver and Transmitter)	Bộ truyền nhận nối tiếp đồng bộ và không đồng bộ
ROM	(Read only memory)	Bộ nhớ chỉ đọc
RAM	(Random Access Memory)	Bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên

NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ, CHẾ TẠO THIẾT BỊ THU THẬP VÀ XỬ LÝ TÍN HIỆU ĐIỆN TIM 12 ĐẠO TRÌNH

Tóm tắt khóa luận:

Đối với cơ thể người, Tim là một trong những bộ phận rất quan trọng. Hoạt động của tim giúp duy trì sự sống và cho ta thấy được tình trạng sức khỏe của cơ thể. Do đó, việc theo dõi hoạt động của tim, nhất là việc thăm khám thường xuyên có ý nghĩa rất quan trọng, giúp ta phát hiện sớm các biểu hiện bệnh lý về tim và kịp thời đưa ra các phương pháp điều trị thích hợp sớm nhất có thể.

Khi tim hoạt động co bóp để tuần hoàn máu đi nuôi cơ thể, hoạt động này sẽ tạo ra một dòng điện trong các sợi cơ tim, dòng điện này có dạng sóng giống nhau đối với cơ thể người bình thường ko có bệnh về tim mạch. Dựa trên dạng sóng ở mỗi cơ thể khác nhau, đem so sánh với mẫu sóng chuẩn, các bác sĩ có thể chuẩn đoán được bệnh nhân này mắc bệnh gì về tim mạch và đang ở giai đoạn nào của bệnh. Việc chuẩn đoán và phát hiện sớm để điều trị sẽ không thể chính xác, nếu không có được sự hỗ trợ của các thiết bị, máy móc hiện đại. Việc áp dụng những thành tựu khoa học tiên tiến nhất vào y học sẽ cho ra những kết quả có độ chính xác cao. Đối với tim của chúng ta cũng vậy, việc sử dụng máy điện tim sẽ giúp cho quá trình kiểm tra, chuẩn đoán và khám chữa bệnh hiệu quả, độ chính xác cao hơn.

Hiểu được tầm quan trọng của máy điện tim, tôi đã tìm hiểu nghiên cứu thiết kế, chế tạo thiết bị thu thập xử lý tín hiệu điện tim 12 đạo trình. Với mong muốn đạt được độ chính xác cao, giá thành rẻ và phù hợp với mức thu nhập của người Việt Nam.

LỜI MỞ ĐẦU

Tầm quan trọng của đề tài

Ngày nay, với những tiến bộ vượt bậc của nền khoa học và kỹ thuật hiện đại, vấn đề sức khỏe con người lại càng được quan tâm, chú trọng nhiều hơn và trở thành ưu tiên hàng đầu trong cuộc sống. Vì vậy, việc sử dụng các loại máy móc thiết bị tiên tiến, trong đó có thiết bị đo sóng điện tim phục vụ cho y tế là điều rất cần thiết, giúp các bác sĩ chẩn đoán bệnh nhanh chóng và chính xác hơn để kịp thời cứu chữa bệnh nhân. Tuy nhiên, những thiết bị tiên tiến này hầu như Việt Nam phải nhập khẩu từ nước ngoài với chi phí rất cao để có thể được sử dụng, điều này vượt quá mức thu nhập và chi trả của đại đa số người dân Việt Nam. Hàng năm ở nước ta vẫn phải bỏ ra một khoản chi phí vô cùng lớn để nhập các thiết bị y tế nói chung và thiết bị máy điện tim nói riêng.

Sau thời gian theo học chuyên ngành Kỹ thuật điện tử, thuộc khoa Điện tử - Viễn thông, Trường Đại học Công nghệ, ĐHQGHN, được tiếp cận với những kiến thức thuộc hai lĩnh vực điện tử và viễn thông. Em đã chọn đề tài: “Nghiên cứu thiết kế, chế tạo thiết bị thu thập và xử lý tín hiệu điện tim 12 đạo trình” làm luận văn tốt nghiệp.

Ý nghĩa khoa học thực tiễn

Máy đo điện tim là một thiết bị y sinh đặc trưng cho một hệ thống cơ điện tử hiện đại. Trong đó bao hàm nhiều kiến thức tổng hợp về hệ thống điều khiển thu thập tín hiệu tương tự từ các cảm biến, xử lý tín hiệu tương tự và số. Máy điện tim đồ được sử dụng nhiều trong thực tế và đóng góp quan trọng cho quá trình chẩn đoán bệnh.

Tuy nhiên ở Việt Nam, tất cả các thiết bị tiên tiến này đều phải nhập khẩu với giá thành rất cao, dẫn đến chi phí khám chữa bệnh cho bệnh nhân cũng tăng cao, điều này vô tình đã làm cho bệnh nhân có tâm lý khi nào bệnh trở nên trầm trọng mới đi khám, đôi khi là đã quá muộn để chữa bệnh. Do đó, việc nghiên cứu chế tạo máy điện tim không chỉ cung cấp những kiến thức đã được học trong nhà trường mà còn là cơ sở để khi phát triển thêm, chúng ta có thể tự sản xuất các máy đo điện tim, phục vụ các yêu cầu cấp thiết tránh được những hậu quả đáng tiếc cho người bệnh, cũng như người bình thường có thể đi kiểm tra khám chữa bệnh định kỳ mà không cần lo lắng về vấn đề kinh tế.

Đối tượng nghiên cứu:

Máy đo điện tim

Phương pháp nghiên cứu:

Kết hợp giữa lý thuyết và thực nghiệm, dựa trên các demo từ một số nhà sản xuất làm cơ sở để thiết kế mạch sản phẩm, tiến hành đo đạc, kiểm thử, cải tiến sản phẩm cho phù hợp với yêu cầu.

Nội dung nghiên cứu:

- + Nghiên cứu nguyên lý hoạt động của tim.
- + Thiết kế mạch phần cứng và phần mềm cho mạch với chức năng đo các thông số: dạng sóng của tín hiệu điện tim, mạch xử lý tín hiệu và hiển thị kết quả lên màn hình máy tính.
- + Thiết kế phần mềm giao diện trên máy tính với ngôn ngữ C, giao tiếp với máy tính qua cổng USART.
- + Nghiên cứu và bước đầu viết phần mềm xác định một số biểu hiện bệnh về tim trên các tín hiệu điện tim thu được.

Giới hạn của đề tài:

Do thời gian tìm hiểu và sự hiểu biết của em còn hạn hẹp, nên đề tài này của em chỉ giới hạn trong việc thiết kế, chế tạo mạch đo, xử lý tín hiệu bằng phần cứng (mạch analog) và tiến hành đọc thông tin tín hiệu điện tim. Một số thuật toán xử lý và phân tích tín hiệu điện tim nâng cao cần được phát triển để thu được chính xác các tín hiệu điện tim cũng như phát hiện ra được nhiều bệnh về tim trên các tín hiệu thu được.

CHƯƠNG 1.

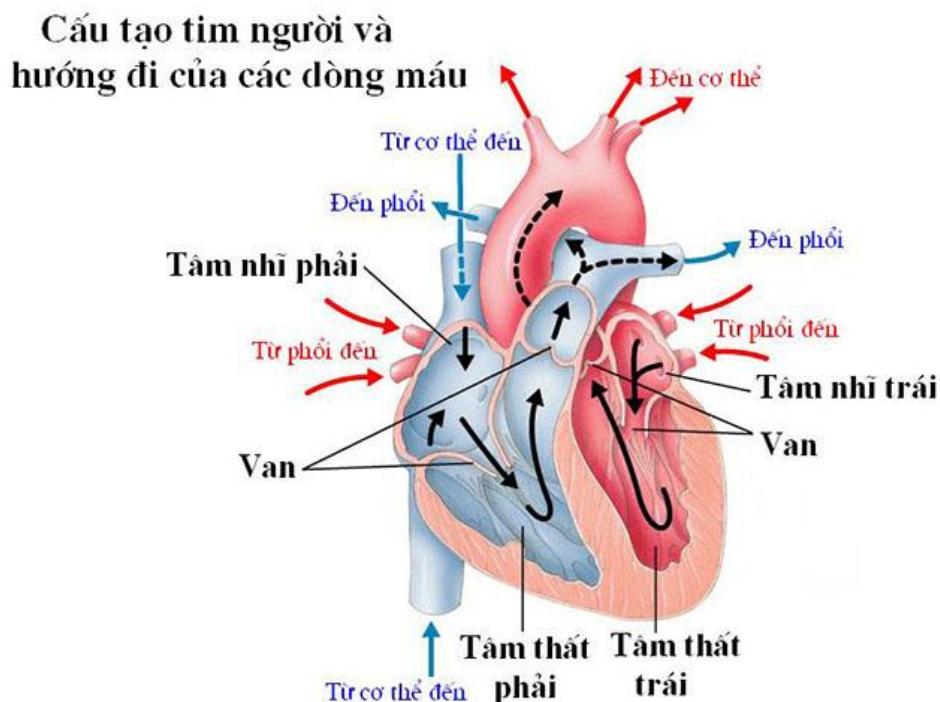
CƠ SỞ LÝ THUYẾT CHUNG VỀ ĐIỆN TIM

1.1. Cấu tạo và hoạt động của tim

Tim là một bộ phận trung tâm và rất quan trọng trong hệ tuần hoàn của cơ thể người. Tim đều đặn bơm và đẩy máu dồn theo các động mạch, đưa dưỡng khí cùng các chất dinh dưỡng đi nuôi toàn bộ cơ thể. Máu sau khi nuôi cơ thể được tim thu hồi lại thông qua các tĩnh mạch có nhiệm vụ đào thải các độc tố trong quá trình trao đổi chất. Do đó, các bộ phận của tim cần hoạt động nhịp nhàng đồng bộ dưới sự điều khiển tập trung.

+ Cấu tạo của tim:

Tim được cấu tạo từ một loại cơ đặc biệt gọi là cơ tim. Với cấu tạo gồm 2 tâm thất và 2 tâm nhĩ, cách biệt với nhau và nối với nhau bằng các van tim. Đối với một người bình thường, trung bình mỗi phút tim đập khoảng 72 nhịp, với nữ nó nặng khoảng 250-300gram và nặng khoảng 300- 350gram đối với nam.

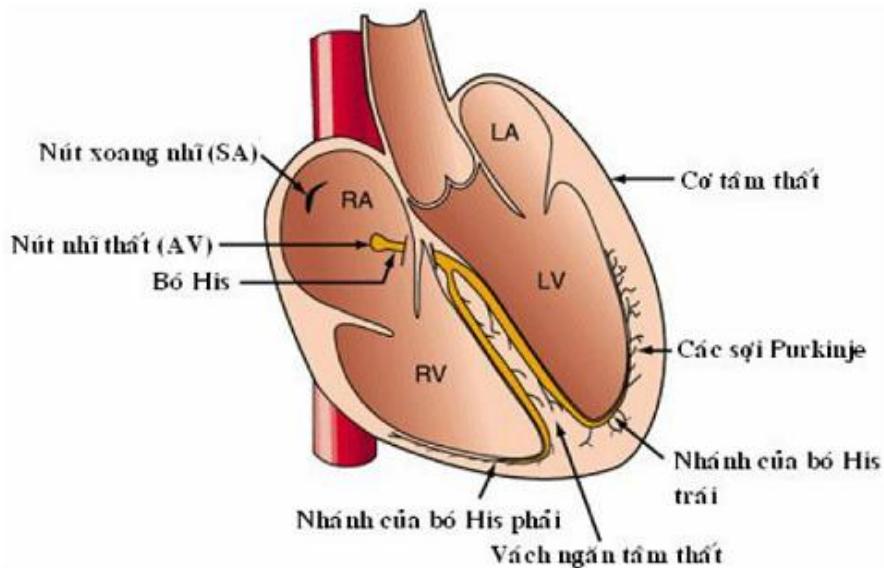


Hình 1.1. Cấu tạo tim người (Nguồn: Internet)

+ Hoạt động của tim:

Tim hoạt động dựa vào một xung động truyền qua hệ thống thần kinh tự động, hệ thống thần kinh tự động này còn được gọi với cái tên khác là hệ thống nút [9]. Hệ thống nút gồm có:

- *Nút xoang nhĩ*: đây là bộ phận nằm ở cơ tim nhĩ, nơi tĩnh mạch chủ trên đổ vào tâm nhĩ phải và là nút tạo nhịp cho toàn bộ trái tim. Nút xoang nhĩ phát xung với tần suất khoảng 70-80 lần/phút đối với người lớn. Với trẻ nhỏ thì tần số này tùy vào độ tuổi.
- *Nút nhĩ thất*: là bộ phận nằm ở bên phải vách liên nhĩ, bên cạnh lỗ xoang tĩnh mạch vành. Nút nhĩ thất phát xung với tần suất vào khoảng 50-60 lần/phút.
- *Bó His*: Chức năng chủ yếu của bộ phận này là dẫn truyền xung động. Bó His đi từ nút nhĩ thất tới vách liên thất thì chia làm hai nhánh phải và trái chạy dưới nội mạch tới hai tâm thất, ở đó chúng phân nhánh thành mạng Purkinje chạy giữa các sợi tim. Bó His phát xung với nhịp khoảng 30-40 lần/phút.



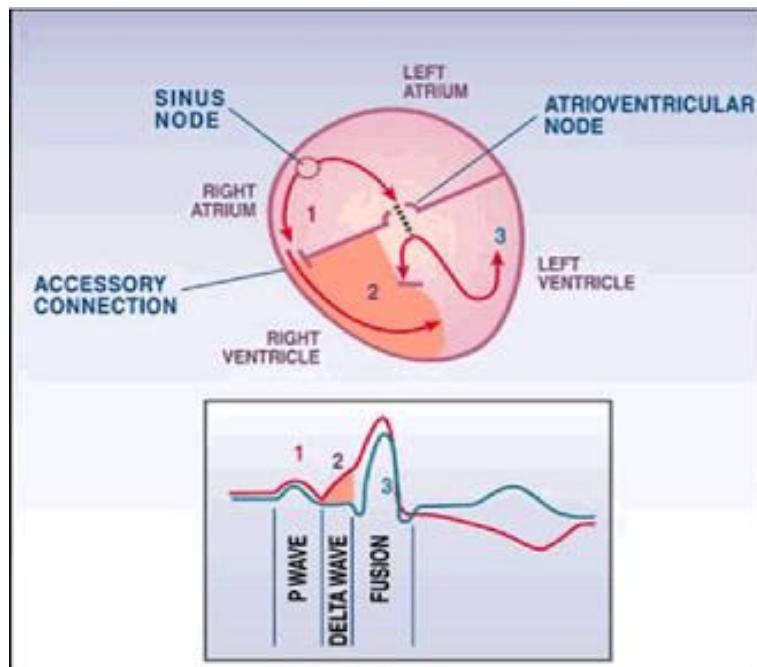
Hình 1.2. Vị trí các **nút** và **bó His** (Nguồn: Internet)

Đầu tiên, xung động đi từ nút xoang tỏa ra cơ nhĩ làm cho nhĩ khử cực, nhĩ co bóp đẩy máu xuống thất, tiếp theo nút nhĩ – thất tiếp nhận xung động truyền qua bó His xuống thất làm khử cực, lúc này thất đầy máu sẽ co bóp và đẩy máu ra ngoại biên. Hiện tượng khử cực nhĩ và thất này nhằm duy trì quá trình hoạt động của hệ thống tuần hoàn [6].

Tim hoạt động như một cái bơm, hoạt động của tim được thể hiện bằng sự co bóp tự động. Khi có xung động truyền đến cơ tim, tim co giãn nhịp nhàng. Tim hoạt động co bóp theo một thứ tự nhất định, hoạt động này được lặp đi lặp lại và mỗi vòng được gọi là một chu kỳ của tim.

Mỗi một chu kỳ tim được chia làm 3 giai đoạn:

- Tâm nhĩ thu.
- Tâm thất thu.
- Tâm trương.



Hình 1.3. Chu kỳ của tim (Nguồn: Internet)

- *Tâm nhĩ thu*: đầu tiên tâm nhĩ co bóp làm cho áp suất tăng lên nên máu chảy mạnh hơn, lúc này van nhĩ thất đang mở nên máu chảy từ tâm nhĩ xuống tâm thất, làm cho áp suất tâm thất tăng lên. Thời gian tâm nhĩ thu kéo dài 1/10 giây, sau đó tâm nhĩ giãn nghỉ 7/10 giây để hút máu các tĩnh mạch trở về tim.
- *Tâm thất thu*: khi tâm nhĩ giãn ra thì tâm thất bắt đầu co lại. Do áp lực trong tâm nhĩ tăng lên máu nén ép thúc các nhĩ thất đóng lại không cho máu chảy ngược về tâm nhĩ và các van tổ chim mở ra, máu bị đẩy vào động mạch chủ và động mạch phổi. Giai đoạn tâm thất thu kéo dài 3/10 giây sau đó tâm thất giãn nghỉ 5/10 giây để hút máu.

Giai đoạn tâm thất thu gồm hai thời kỳ:

+ Thời kì tăng áp suất kéo dài 0.05 giây. Tâm thất co bóp nên áp suất trong tâm thất tăng, cao hơn áp suất trong tâm nhĩ làm van nhĩ thất đóng lại, nhưng chưa cao hơn áp suất ở động mạch vành nên van bán nguyệt chưa mở làm áp suất tâm thất tăng lên nhanh.

+ Thời kì tống máu kéo dài 0.25 giây gọi là thời kì tâm thất co đắt trơng. Lúc này áp suất trong tâm thất cao làm van bán nguyệt mở ra, máu chảy mạnh vào động mạch.

- *Tâm trương:* tâm thất bắt đầu giãn ra trong khi tâm nhĩ đang giãn, áp suất trong tâm thất thấp hơn trong động mạch, van bán nguyệt đóng lại. Áp suất tâm thất giảm nhanh và trở nên nhỏ hơn áp suất tâm nhĩ, van nhĩ thất mở ra, máu được hút mạnh từ tâm nhĩ xuống tâm thất, đó là giai đoạn tâm trương toàn bộ, kéo dài 0,4 giây[1].

Vậy, mỗi một chu kỳ tim kéo dài khoảng 8/10 giây, trong đó tim làm việc nửa thời gian và nghỉ một nửa thời gian. Trong 1 phút có 75 chu kỳ tim diễn ra, tức là có 75 nhịp đập trên 1 phút hay còn gọi là 75 mạch đập. Số lần tim đập trong 1 phút này gọi là tần số tim đập. Trung bình ở người lớn, mỗi phút tim đập khoảng 70- 80 nhịp và có thể thay đổi ở giới tính, lứa tuổi cũng như đối với những người có rèn luyện sức khỏe và người không rèn luyện sức khỏe.

1.2. Khái niệm về điện tâm đồ

Điện tâm đồ được định nghĩa là những xung điện có dạng một đường cong, ghi lại các biến thiên của các điện lực do tim phát ra khi co bóp. Điện lực này rất rất nhỏ, chỉ cỡ vài milivon, do đó rất khó để ghi lại. Lần đầu tiên điện tâm đồ được ghi lại bằng một điện kế có đầy đủ độ nhạy là do Einthoven ghi, vào năm 1903.

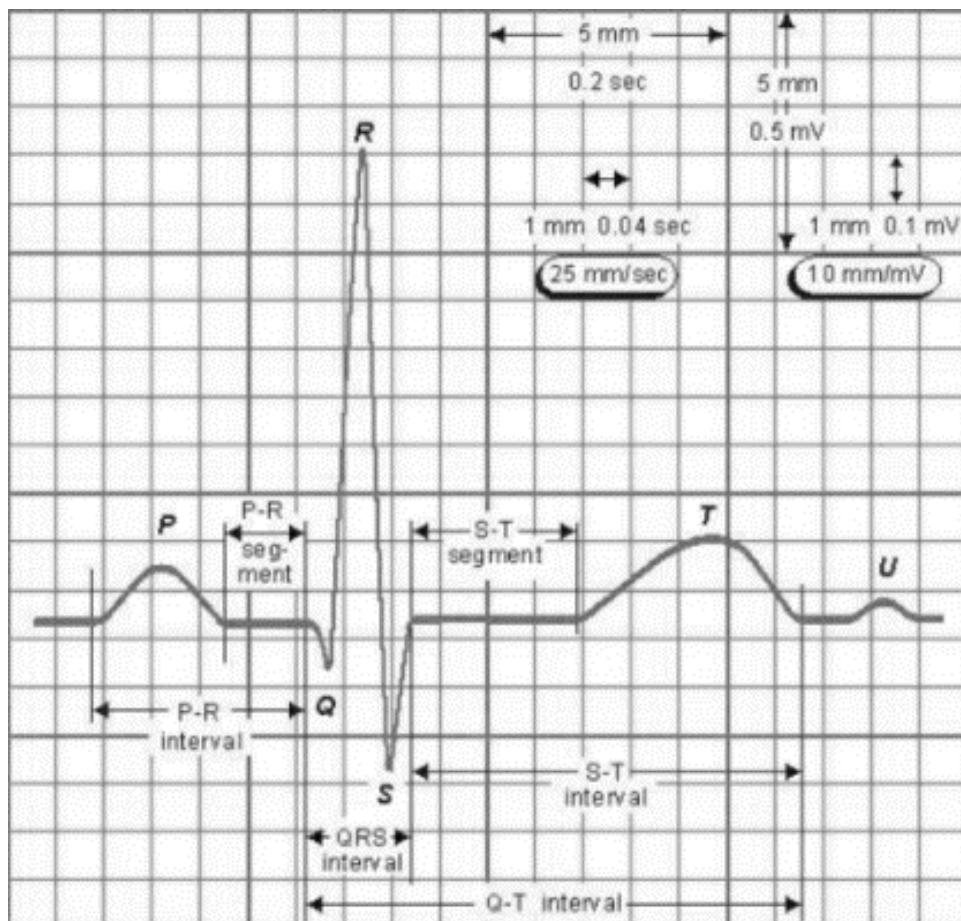
Cùng với sự tiến bộ của khoa học, hiện nay trên Thế giới đã có rất nhiều loại máy ghi lại tín hiệu điện tim. Từ các thiết bị có cấu tạo bộ khuếch đại bằng đèn điện tử cho đến các thiết bị hiện đại dùng các linh kiện bán dẫn chuyên dụng. Máy ghi điện tim đồ ghi trực tiếp tín hiệu thu được lên giấy hay lên màn CRT/LCD. Các máy điện tim đồ này có thể có một hay nhiều kênh, và có thể ghi đồng thời được nhiều chuyển động cùng một lúc trong khoảng thời gian liên tục lên đến nhiều giờ trên băng từ hoặc các bộ nhớ bán dẫn.

Phương pháp ghi điện tim đồ:

Cách ghi các đường cong trong điện tâm đồ được thực hiện bằng cách cho dòng điện tim tác động lên một bút bi làm bút này dao động qua lại và vẽ lên một mặt giấy. Mặt giấy được động cơ kéo chuyển động đều với một vận độ xác định để cập nhật tín hiệu điện tim đồ theo thời gian [1].

Các trường hợp trong y học cần sử dụng điện tâm đồ:

- Chẩn đoán bệnh nhân nhồi máu cơ tim: Khi máu và dưỡng khí cung cấp cho cơ tim không đủ, khả năng chuyển điện của cơ tim sẽ thay đổi. Sự thay đổi này được ghi nhận trên điện tâm đồ.
- Chẩn đoán và theo dõi rối loạn nhịp tim: Khi có sự thay đổi rối loạn nhịp tim thì cũng có nghĩa là có rối loạn trong các đường dẫn điện.
- Chẩn đoán các bệnh tim bẩm sinh.
- Chẩn đoán một số trường hợp bị ngộ độc thuốc, số điện máy tạo nhịp.



Hình 1.4. Điện tâm đồ của người bình thường (Nguồn: Internet)

1.3. Cơ sở phát sinh điện thế tế bào Và đặc tính điện sinh lý học

1.3.1. Điện thế tế bào

Tế bào là đơn vị sống nhỏ nhất của sinh vật. Mỗi một tế bào được cấu tạo bởi nhân tế bào, màng tế bào và các chất nguyên sinh. Nhân tế bào nắm giữ chức năng sinh sản, màng tế bào nắm giữ chức năng trao đổi với môi trường còn chất nguyên sinh giữ chức năng chuyển tải các chất dinh dưỡng và các chất đào thải[1].

Do bên trong và bên ngoài màng tế bào đều có các ion dương và ion âm, chủ yếu là Na^+ , K^+ , Cl^- . D, sự chênh lệch nồng độ của các ion bên trong và bên ngoài màng tạo ra sự chuyển dời các ion qua màng gây nên dòng điện sinh học. Khi tế bào cơ tim hoạt động, các ion dương (K^+ , Na^+) di chuyển từ ngoài vào trong tế bào và từ trong tế bào ra ngoài tế bào, gây ra sự biến đổi hiệu điện thế sinh ra bởi dòng điện sinh học này. Tính phân cực của màng và trạng thái điện bình thường gọi là điện thế nghỉ (khoảng -90mV). Khi có kích thích, màng tế bào thay đổi tính thẩm thấu và có sự dịch chuyển ion. Sự vận chuyển tích cực đó làm thay đổi trạng thái cân bằng ion và gây nên biến đổi điện thế - được gọi là điện thế động.

Như vậy khi tế bào bắt đầu hoạt động sẽ được chia thành hai giai đoạn: bị kích thích tạo nên hiện tượng khử cực (despolarisation) và khi lập lại trạng thái cân bằng tạo nên hiện tượng tái cực (repolarisation).

1.3.2. Điện sinh lý học cơ tim

Khi hoạt động co bóp, các điện lực phát ra ở mỗi một nhịp tim lại phát ra một loạt các hoạt động khác của tim như: tính chịu kích thích, tính dẫn truyền, tính tro, tính co bóp và tự động. Nhờ các tính này mà bắt kể khi ở trong hay ngoài cơ thể tim vẫn có thể hoạt động nếu được nuôi dưỡng tốt[1].

- **Tính tự động:** là thuộc tính quan trọng nhất và thường có mặt ở hầu hết các tế bào mô biệt hóa cơ tim, phát ra những xung động nhịp nhàng với tần số ổn định đảm bảo cho tim đập chủ động. Do đặc tính độc lập hoàn toàn với hệ thần kinh nên tim vẫn có thể đập được khi nhánh thần kinh bị cắt hết.

- **Tính dẫn truyền:** là khả năng dẫn truyền xung động của sợi cơ tim và hệ thống nút.

- *Tính chịu kích thích:* Khi tim nhận được một xung kích thích đủ mạnh có nghĩa là đưa tim vào trạng thái hoạt động thì lúc này cơ tim co bóp ở mức tối đa. tại thời điểm này sẽ diễn ra nhiều kênh trao đổi các ion qua màng tế bào để vào hoặc ra khỏi tế bào.

- *Tính trơ:* Ngược lại với tính chịu kích thích, khi tế bào tim đang trơ, nó sẽ không chịu bất cứ kích thích nào do đó không dẫn truyền được. Cơ tim chỉ đáp ứng theo nhịp kích thích đến một chu kỳ nhất định, kích thích đến đúng lúc tim đang co thì không được đáp ứng, kích thích đến vào thời kỳ tim giãn thì có đáp ứng.

1.4. Cơ chế hình thành điện tim đờ

Hiệu điện thế động giữa những phần đã được khử cực và đang khử cực xuất hiện khi phát sinh các hoạt động làm sợi cơ co lại, tạo ra một điện trường lan truyền trên dọc theo sợi cơ. Sau đó khoảng nửa giây bắt đầu xuất hiện quá trình tái cực, kèm theo sự xuất hiện của một điện trường ngược lại và chuyển động với tốc độ chậm hơn.

Chính cấu trúc phức tạp của tim đã làm phát ra các tín hiệu điện (khử cực và tái cực), thực chất là tổng các tín hiệu điện của các sợi cơ tim cũng phức tạp hơn một tế bào hay một sợi cơ.

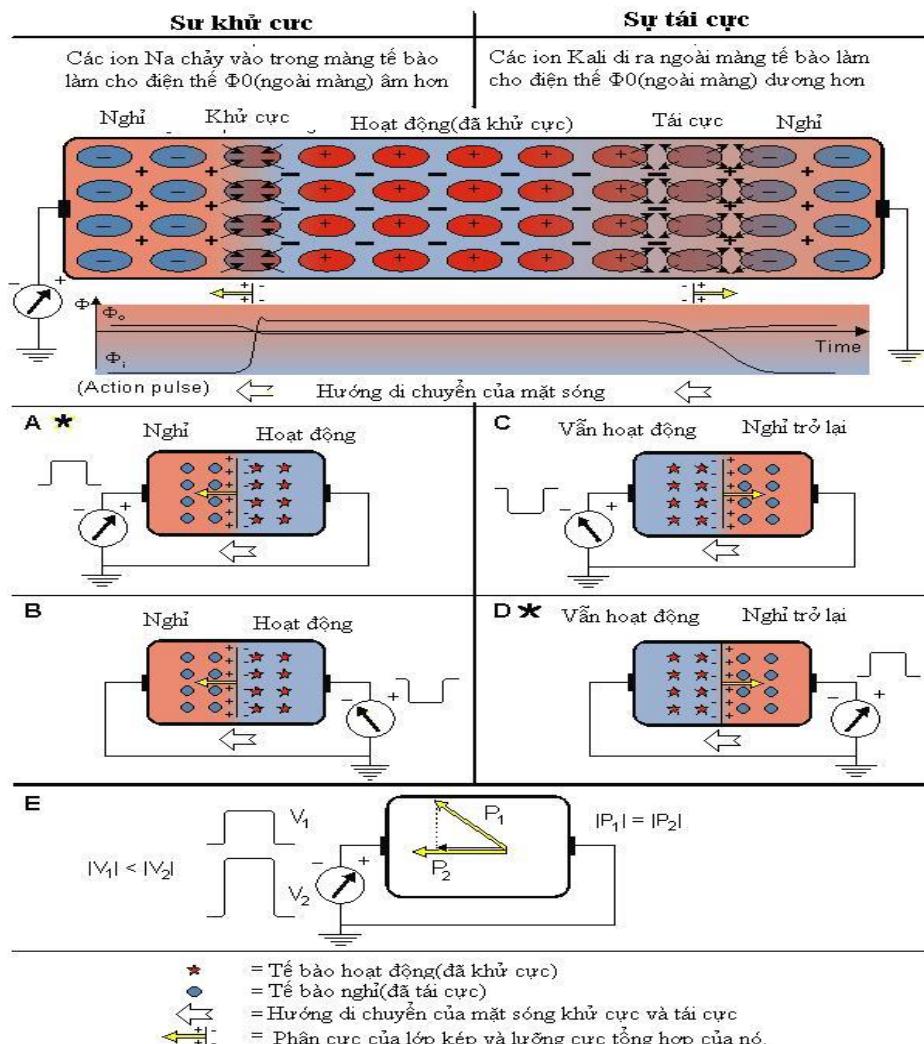
1.4.1. Giai đoạn khử cực

Trước khi bị kích thích các tế bào cơ tim thắt có điện thế nghỉ là -90mV. Khi bị kích thích, điện thế màng trở nên kém âm dần (điện thế tăng từ -90mV về phía 0). Khi điện thế ở khoảng từ -70mV đến -50mV thì gây mở rộng kênh Na^+ , đồng thời tính thấm của màng tế bào với Na^+ tăng khoảng từ 500-5000 lần. Lúc đó Na^+ ionic vào bên trong tế bào làm điện thế tế bào tăng từ -90mV đến 0mV. Trạng thái này đạt được trong vài phần vạn giây.

1.4.2. Giai đoạn tái cực

Cứ vài phần vạn giây sau khi màng tăng vọt tính thấm với Na^+ thì kênh Na^+ đóng lại. Lúc này kênh K^+ mới bắt đầu mở rộng ra, và K^+ khuếch tán ra ngoài, tái tạo lại trạng thái cực tính như lúc ban đầu (khoảng -90mV). Trạng thái này kéo dài cỡ vài phần vạn giây, nhưng thời gian tái cực dài hơn thời gian khử cực do kênh K^+ mở từ từ, sau giai đoạn tái cực điện thế màng không chỉ trở về

trạng thái điện thế nghỉ (-90mV) mà còn âm hơn nữa (tới khoảng -100mV) trong vài ms mới trở về trạng thái bình thường.



Hình 1.5. Sự khử cực và tái cực (Nguồn: Internet)

1.4.3. Các giai đoạn tạo sóng

Nhờ vào các xung động truyền qua hệ thống thần kinh tự động của tim mà tim có thể hoạt động được. Đầu tiên xung động đi từ nút xoang tỏa ra cơ nhĩ làm cho nhĩ khử cực trước, nhĩ co bóp và đẩy máu xuống thất. Sau đó nút nhĩ thất tiếp nhận xung động truyền qua bó His xuống thất làm thất khử cực, lúc này thất đã đầy máu sẽ bóp mạnh đẩy máu ra ngoại biên. Hiện tượng nhĩ và thất khử cực lần lượt trước sau như thế chính là để duy trì quá trình huyết động bình thường của hệ thống tuần hoàn[9]. Đồng thời điều đó cũng tạo nên điện tâm đồ gồm ba phần:

❖ **Nhĩ đồ :** Ghi lại dòng điện hoạt động của nhĩ.

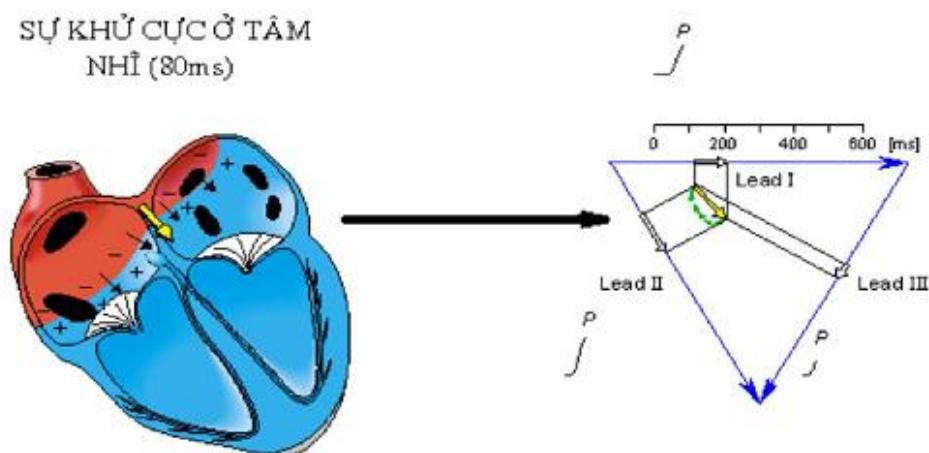
Xung động đi từ nút xoang sẽ tỏa ra làm khử cực cơ nhĩ như với hướng chung đi từ trên xuống dưới và từ phải qua trái tạo với đường ngang một góc 49° gọi là trục nhĩ điện, đây cũng chính là hướng của vector khử cực. Và đợt sóng này được máy ghi lại với dạng sóng dương, đơn, thấp, nhỏ và có độ lớn khoảng 0.25mV gọi là sóng P.



Hình 1.6. Sóng P

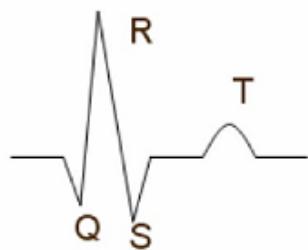
Khi nhĩ tái cực, nó còn phát ra một sóng âm nhỏ gọi là sóng Ta, nhưng ngay lúc này cũng xuất hiện sự khử cực thất với điện thế mạnh hơn nhiều, nên trên điện tim đồ gần như không thấy sóng Ta. Kết quả, nhĩ chỉ thể hiện lên điện tim đồ bằng một làn sóng đơn độc là sóng P.

Sóng P: Sóng P là khoảng thời gian xung động từ nút xoang sang nhĩ, hay còn gọi là hiện tượng khử cực của nhĩ. Trung bình biên độ từ 1 đến 3mm. Thời gian dài 0,08 giây.



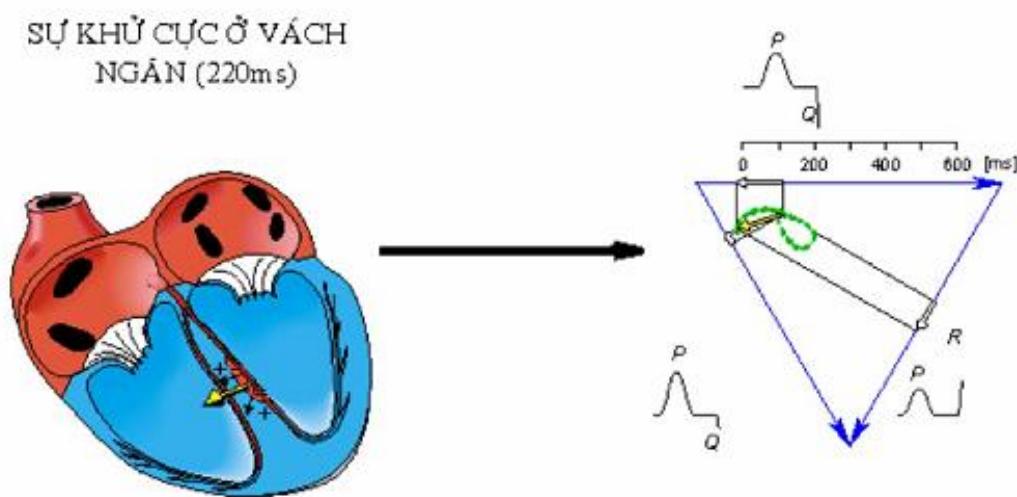
Hình 1.7. Sự hình thành sóng P (Nguồn: Internet)

❖ **Thất đắc:** Ghi lại dòng điện hoạt động của thất, đi sau.



Hình 1.8. Sóng QRST

- **Khử cực:** quá trình khử cực được xác định bắt đầu từ phần giữa mặt trái liên thất qua mặt phải của vách này. Quá trình này tạo ra một vector khử cực hướng từ trái sang phải dẫn tới điện cực A sẽ dương tính và máy sẽ ghi được sóng âm nhỏ gọn gọi là sóng Q (Hình 1.8).



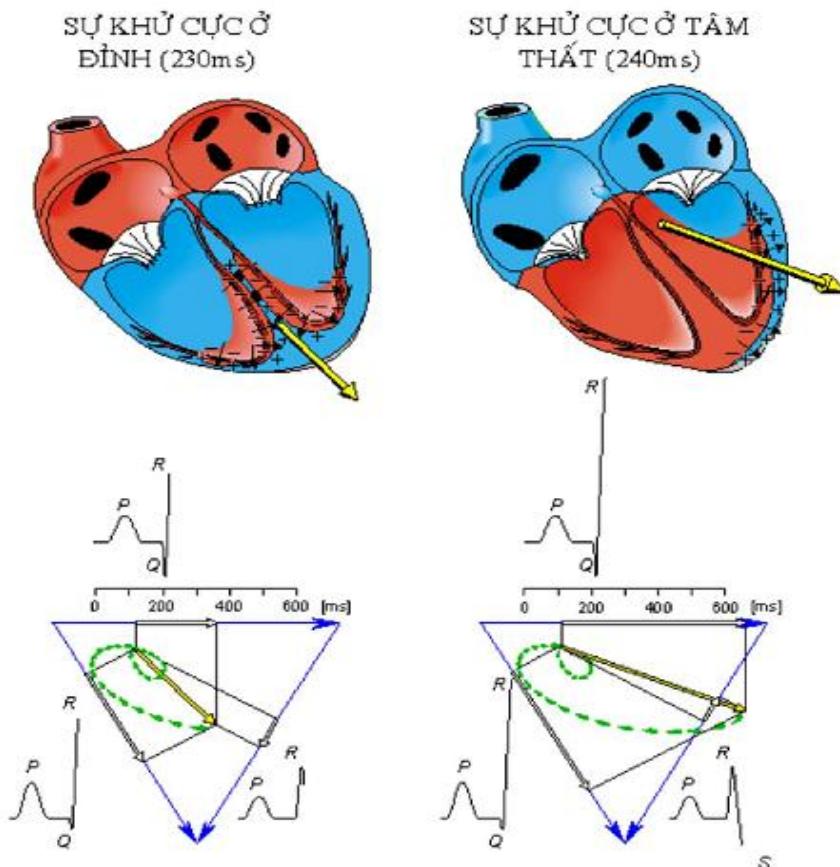
Hình 1.9. Sự hình thành sóng Q (Nguồn: Internet)

Sau đó xung động truyền xuống và tiến hành khử cực đồng thời cả hai tâm thất theo hướng xuyên qua bìa dày cơ tim. Lúc này vector khử cực hướng nhiều về bên trái hơn vì thất trái dày hơn và vì tim nằm nghiêng hướng trực giải phẫu về bên trái[7]. Do đó vector khử cực chung hướng từ phải qua trái tạo nên sóng dương cao hơn gọi là sóng R.

Cuối cùng một sóng S nhỏ gọn được ghi lại khi thất được khử cực hướng từ trái sang phải.

Tóm lại phức bộ QRS là sự biến thiên phức tạp của 3 làn sóng cao, nhọn Q, R, S. Lưu ý trong phức bộ này sóng chính là sóng R.

Biên độ QRS thay đổi liên tục khi cao, khi thấp, tuỳ thuộc vào tư thế của tim.

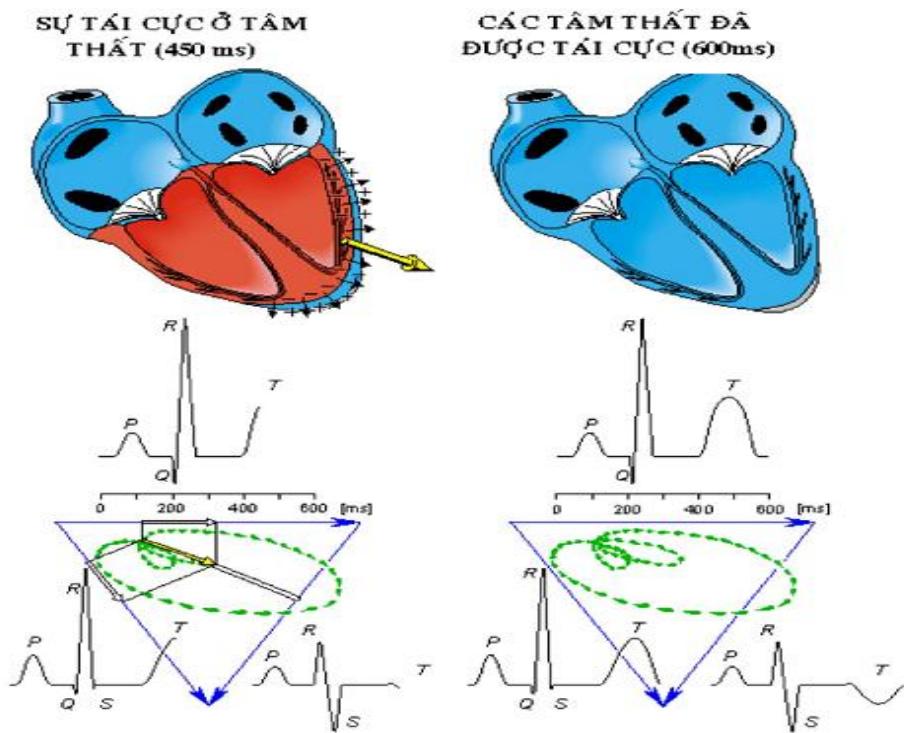


Hình 1.10. Sự hình thành sóng R, S (Nguồn: Internet)

- **Tái cực:** Thất khử xong sẽ qua thời kì tái cực chậm. Trên hình ảnh điện tâm đồ, giai đoạn này được thể hiện bằng một đoạn thẳng gọi là đoạn ST. Sau ST là thời kì tái cực nhanh tạo nên sóng T.

Tái cực nói chung có hướng đi xuyên qua cơ tim, từ lớp dưới thương tâm mạc và lớp dưới nội tâm mạc. Tái cực đi ngược chiều với khử cực như vậy là vì nó tiến hành đúng vào lúc tim bóp cường độ mạnh nhất, làm cho lớp cơ tim dưới nội tâm mạc bị lớp ngoài nén vào quá mạnh nên tái cực muộn. Mặt khác, vector tái cực ngược chiều với vector khử cực. Do đó tuy tiến hành ngược chiều với khử cực, nó vẫn có vector tái cực hướng từ trên xuống dưới và từ phải qua trái làm phát sinh làn sóng dương thấp gọi là sóng T.

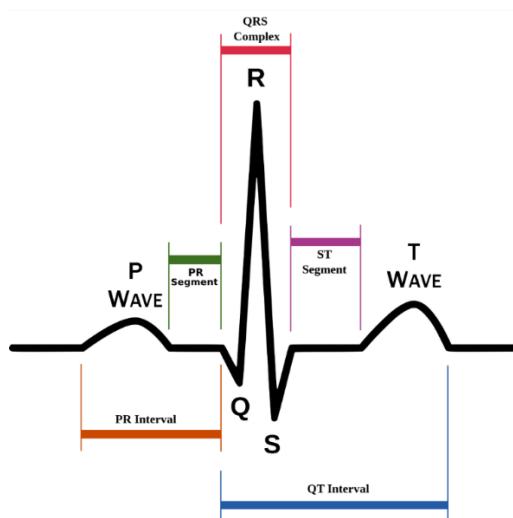
Sóng T này không đối xứng, bình thường sóng này kéo dài 0.2s nên còn gọi là sóng chậm. Sau khi sóng T kết thúc có thể thấy xuất hiện một sóng chậm, nhỏ gọi là sóng U. Đây là giai đoạn muộn của tái cung.



Hình 1.11. Sự hình thành sóng T (Nguồn: Internet)

Tóm lại, thất đờ chia làm hai giai đoạn :

- Giai đoạn đầu tái cung hay còn gọi là pha đầu gồm phức bộ QRS.
- Giai đoạn tái cung gồm ST và T gọi là pha cuối.
- ❖ **Tâm trương:**



Hình 1.12. Phức bộ điện tâm đồ (Nguồn: Internet)

Tim ở trạng thái nghỉ, không có điện thế động, đường ghi là đường thẳng nằm ngang gọi là đường đẳng điện.

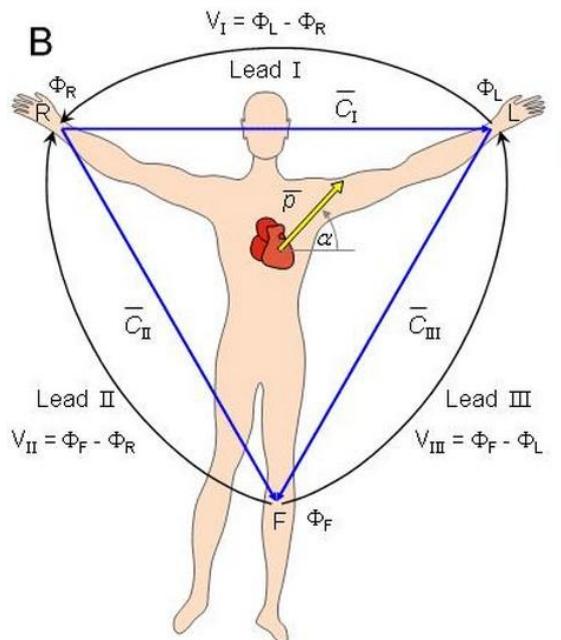
1.5. Hệ thống các chuyển đạo

Cơ thể con người là một môi trường dẫn điện, vì thế dòng điện do tim phát ra được dẫn truyền đi khắp cơ thể, biến cơ thể thành điện trường của tim. Khi đặt hai điện cực lên hai điểm nào đó của điện trường này, ta thu được điện thế của hai điểm đó, gọi là một chuyển đạo hay một đạo trình (lead)[9]. Tuỳ thuộc vào vị trí đặt điện cực trên máy ghi sẽ thu lại được những đường cong điện tâm đồ có hình dạng khác nhau. Do đó để đạt được hiệu quả cao nhất cần có một quy chuẩn về vị trí đặt điện cực.

Hiện nay điện cực được đặt theo 12 cách và thu được 12 chuyển đạo thông dụng gồm 3 chuyển đạo mőu, 3 chuyển đạo đơn cực các chi và 6 chuyển đạo trước tim. Tại mỗi chuyển đạo ta thu được một dạng sóng điện tim đồ khác nhau.

1.5.1. Chuyển đạo mőu

Chuyển đạo mőu còn được gọi là chuyển đạo lưỡng cực các chi, hay nói cách khác là lưỡng cực ngoại biên.



Hình 1.13. Chuyển đạo mőu – tam giác Einthoven

- Chuyển đạo I: Điện cực âm được đặt tại vị trí cổ tay phải, điện cực dương được đặt tại vị trí cổ tay trái.

Điện cực đặt ở cổ tay là để dễ buộc, thực chất nó phản ánh điện thế ở vai phải và trái do đó trực chuyển đạo là đường thẳng nối hai vai. Khi điện cực tay trái dương tính tương đối thì máy điện tim ghi một làn sóng dương, còn khi điện cực tay phải dương tính tương đối thì máy sẽ ghi một làn sóng âm. Với điều kiện như thế gọi chiều dương của trực chuyển đạo là chiều từ vai phải sang vai trái.

$$I = LA - RA \quad (1.1)$$

- Chuyển đạo II: Điện cực âm được đặt tại vị trí cổ tay phải và điện cực dương được đặt tại vị trí cổ chân trái.

Đường từ vai phải (RA) xuống chân và chiều dương từ R tới F là trực chuyển đạo.

$$II = LL - RA \quad (1.2)$$

- Chuyển đạo III: Điện cực âm được đặt ở vị trí cổ tay trái nối với điện cực dương đặt ở vị trí chân trái.

Đường thẳng nối vai trái (LA) tới chân phải (RL) là trực của chuyển đạo.

$$III = LL - LA \quad (1.3)$$

Các sóng điện tim ở 3 chuyển đạo mẫu đều tuân theo định luật Einthoven là: “Ở mỗi thời điểm của chu chuyển tim, tổng đại số của các điện thế (biên độ các sóng) ở chuyển đạo I và chuyển đạo III bằng điện thế ở chuyển đạo II”. Có thể viết thành công thức sau:

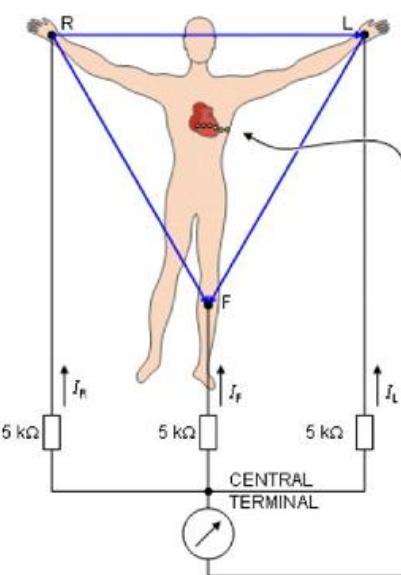
$$D1 + D3 = D2 \quad (1.4)$$

Do đó các trực của ba chuyển đạo chuẩn này tạo nên một tam giác và nó được gọi là tam giác Einthoven. Ta có thể thấy rằng nếu vị trí của tay phải, tay trái và chân trái là ba đỉnh của một tam giác đều thì tim được đặt trùng với trọng tâm của tam giác nó và khi đó các vecto đạo trình cũng tạo thành một tam giác đều.

1.5.2. Chuyển đổi các chi

Frank Norman Wilson (1890 - 1952) đã phát hiện ra cách xác định điện thế đơn cực của điện tâm đồ. Trong một vài báo cáo về vấn đề này, ông và các đồng sự đã khẳng định việc sử dụng điểm trung tâm như là điểm tham chiếu. Điều này được thực hiện bằng cách nối một điện trở $5\text{k}\Omega$ từ mỗi đầu của các đạo trình chi tới một điểm chung được gọi là điểm trung tâm[5].

Điểm cực trung tâm Wilson dựa trên điểm trung tâm của tam giác Eithoven:



Hình 1.14. Điểm cực trung tâm Wilson

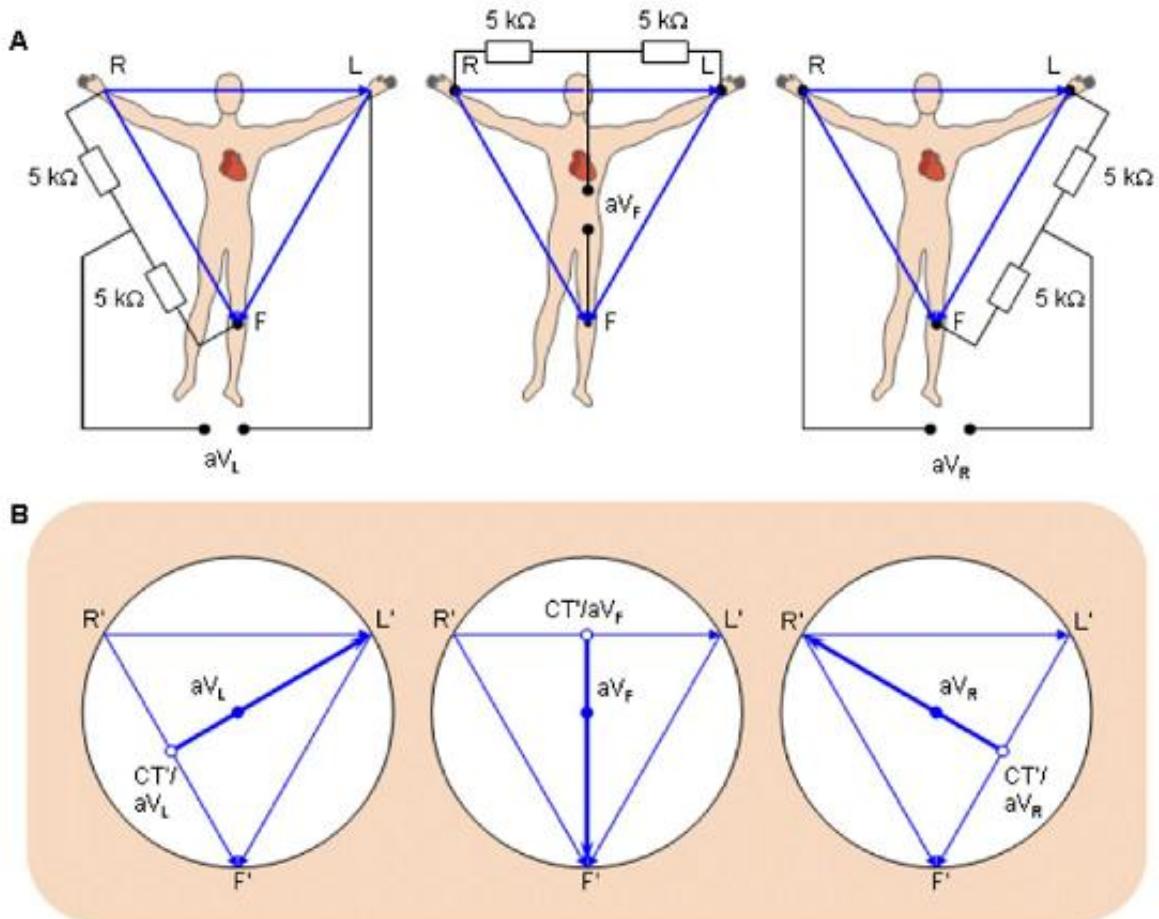
Trên thực tế, điểm cực trung tâm Wilson không phải là độc lập nhưng nó có giá trị điện thế bằng giá trị trung bình của điện thế các chi.

$$V_w = \frac{1}{3} (RA + LA + LL) \quad (1.5)$$

Chuyển đổi đơn cực

Các chuyển đổi mẫu đều được tạo nên từ hai điện cực, phải biến một điện cực thành trung tính khi muốn nghiên cứu điện thế riêng biệt. Muốn vậy người ta nối điện cực đó (điện cực âm) ra một cực trung tâm gọi tắt là CT (Central Terminal) có điện thế bằng 0 (trung tính), vì nó là tâm của mạng điện hình sao mắc vào ba đỉnh của tam giác Eithoven. Điện cực thăm dò còn lại (điện cực dương) thì được đem đặt ở các vùng thăm dò, người ta gọi đó là chuyển đổi đơn cực.

Chuyển đạo đơn cực chỉ là chuyển đạo mà các cực thăm dò được đặt ở các chi, các điện cực thăm dò này thường được đặt ở ba vị trí sau:



Hình 1.15. Chuyển đạo đơn cực các chi

- **Cổ tay phải:** Chuyển đạo VR thu được khi đặt điện cực ở cổ tay phải, điện thế thu ở mé bên phải và đáy của tim. Trục chuyển đạo là đường thẳng nối từ tâm điểm ra vai phải.
 - **Cổ tay trái:** Chuyển đạo VL thu được khi ta đặt điện cực trên cổ tay trái, chuyển đạo VL nghiên cứu điện thế về phía thất trái.
 - **Cổ chân trái:** Khi đặt điện cực ở cổ chân trái ta được chuyển đạo VF (Voltage foot), chuyển đạo duy nhất có thể nhìn thấy được ở thành sau đáy tim chính là VF.

Năm 1947, Golgberge đã tiến hành cải tiến cắt bỏ cách sao nối với chi đặt điện cực thăm dò, làm cho sóng điện tim của các chuyển đạo đó tăng biên độ lên gấp 1.5 lần mà vẫn giữ hình dạng như cũ gọi là chuyển đạo đơn cực các chi tăng cường, kí hiệu là AVR, AVL và AVF (A= Augmented= tăng cường).

Ngày nay các chuyền đao AVR, AVL và AVF được dùng thông dụng hơn VR, VL, VF.

Tất cả các chuyền đao I, II, III, AVR, AVL, AVF này đều được gọi là chuyền đao ngoại biên vì các điện cực thăm dò của các chuyền đao này được đặt tại vị trí các chi. Chúng hỗ trợ cho nhau dò xét các rối loạn của dòng điện tim thể hiện bốn phía xung quanh quả tim. Nhưng còn rối loạn của dòng điện tim chỉ biểu hiện rõ ở mặt tim chẳng hạn thì các chuyền đao này không thể phát hiện được.

Vấn đề đặt ra là cần có thêm các chuyền đao khác biểu hiện rõ được các dòng điện tim, và người ta đã tìm ra được chuyền đao trước tim.

1.5.3. Chuyền đao trước tim

Chuyền đao trước tim này bao gồm một điện cực trung tính đặt tại cực trung tâm và điện cực thăm dò đặt tại 6 vị trí trên ngực tạo nên 6 chuyền đao kí hiệu từ V1-V6. Trục chuyền đao của 6 vị trí này là một đường thẳng hướng từ điểm 0 (tâm điểm điện tim) tới các vị trí điện cực tương ứng, các trục này nằm trên những mặt phẳng nằm ngang hay gần ngang[1].

V1: cực thăm dò ở khoang liên sườn IV sát bờ phải xương ức.

V2: cực thăm dò ở khoang liên sườn VI sát bờ trái xương ức.

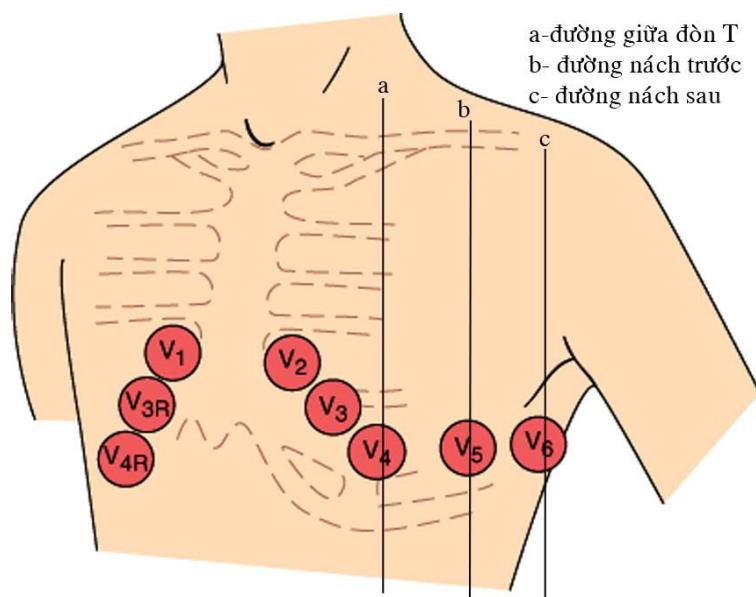
V3: cực thăm dò ở khoảng nối hai điểm đặt cực thăm dò V2 và V4.

V4: cực thăm dò của V4 là giao điểm của đường thẳng đi qua điểm giữa đòn trái và khoang liên sườn V.

V5: cực thăm dò nằm ở giao điểm giữa khoang liên sườn V với đường nách trước.

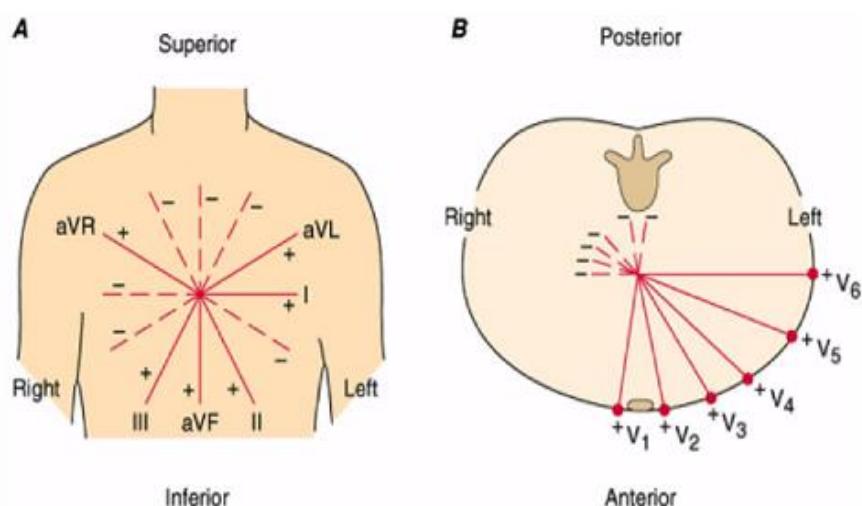
V6: cực thăm dò ở khoang liên sườn V với đường nách giữa bên trái.

Trong đó V1, V2 là đạo trình trước tim phải V5, V6 là đạo trình trước tim trái; V3, V4 là đạo trình trung gian. Điện tâm đồ có dạng chuyền tiếp.



Hình 1.16. Chuyển đạo trước tim

Đứng về mặt giải phẫu mà nói, V1 và V2 coi như có điện cực thăm dò đặt trùng lê vùng thành ngực ở sát ngay trên mặt thắt phải và gần khói tâm nhĩ, do đó chúng có khả năng chẩn đoán được các rối loạn điện học của thắt phải và khói tâm nhĩ một cách rõ rệt hơn cả. V1, V2 được gọi là các chuyển đạo trước tim phái, cũng vì lẽ đó V5, V6 ở thành ngực sát trên thắt trái, được gọi là các chuyển đạo trước tim trái. Còn các chuyển đạo V3, V4 ở khu vực trung gian giữa 2 thắt, ngay trên vách liên thắt nên được gọi là các chuyển đạo trung gian. Tuy nhiên, trong nhiều trường hợp bệnh lí và tùy từng người, tư thế tim trong lồng ngực có thể khác nhau làm cho sự liên quan giữa điện cực và các tâm thắt không đúng hẵn như thế.



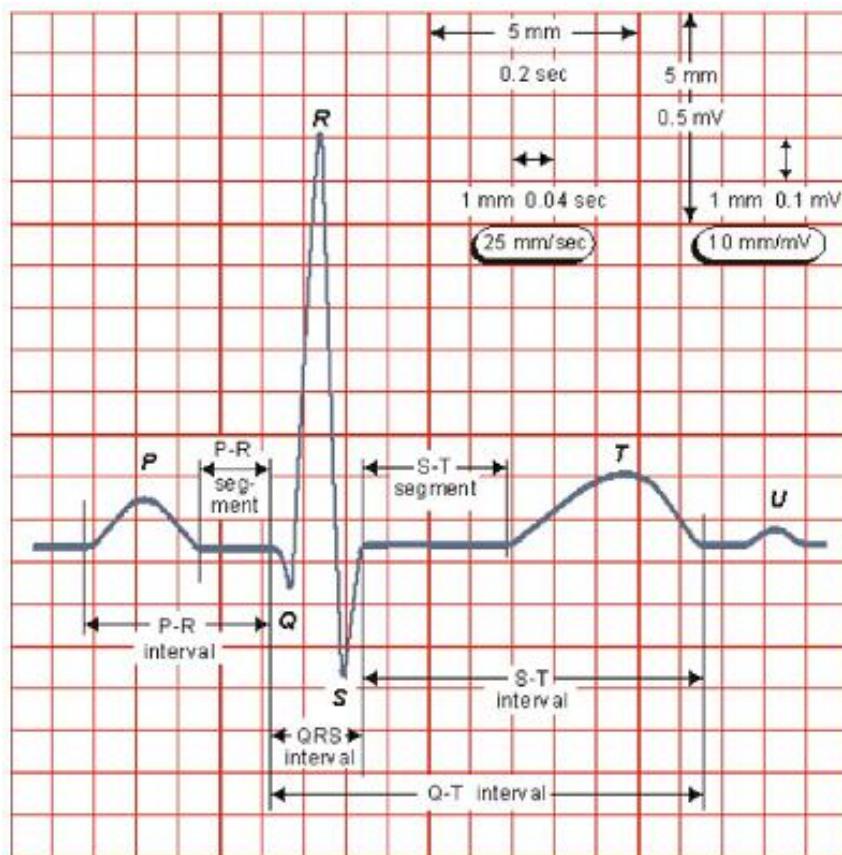
Hình 1.17. Sơ đồ minh họa mặt cắt tim và các chuyển đạo tương ứng

1.6. Các đặc điểm cơ bản của tín hiệu điện tim

Với tần số lặp lại trong khoảng $0.05 \div 300$ Hz, tín hiệu tim được coi là một trong những dạng tín hiệu cực kỳ phức tạp. Hình dạng sóng của sóng điện tim bao gồm các thành phần P, Q, R, S, T, U như đã trình bày ở phần trên. Về mặt lý thuyết thì tín hiệu này có thể coi như là tổ hợp các hài có dải tần ($0 \div \infty$). Qua quá trình phân tích tính toán, hiện tượng méo tín hiệu khác nhau ở các trường hợp bệnh lý khác nhau đều có thể xác định được dải tần tiêu chuẩn, đảm bảo thể hiện được tính trung thực của tín hiệu điện tim là từ $0.05 \div 100$ Hz. Giới hạn trên này (0.05 Hz) được đặt ra để đảm bảo pharc bộ QRS không bị méo, và giới hạn dưới để đảm bảo trung thực sóng P và T[4].

Ngày nay, các máy điện tim đạt chuẩn dùng để nghiên cứu phải đáp ứng được mức $0.01 \div 2000$ Hz.

Biên độ sóng của P, Q, R, S, T, U được xác định rất khác nhau về dải rộng của các tín hiệu. Trong các chuyển đao mẫu, do điện trường tim ở các chi là yếu nhất nên biên độ sóng ghi được ở các chi cũng nhỏ nhất, và biên độ chuyển đao ở lòng ngực là lớn nhất.



Hình 1.18. Bộ pharc của sóng điện tim và biên độ

- Sóng P là sóng khử cực của tâm nhĩ, sóng có hình đầu tù và có giá trị dương. Khoảng thời gian tối đa là 0.11s, và tối thiểu là 0.05s và trung bình là 0.08s. Nếu sóng P rộng (thời gian lớn hơn 0.11s) là biểu hiện bệnh lí, triệu chứng chủ yếu của dày nhĩ trái, gặp trong bệnh hẹp van hai lá.

Biên độ của sóng P tối đa là 0.25 mV, tối thiểu 0.05 mV, trung bình 0.12 mV. Nếu sóng P cao và nhọn là biểu hiện bệnh lí, gặp trong dày nhĩ phải.

- Khoảng PQ, là khoảng cách từ khởi đầu sóng P tới khoảng đầu sóng Q. Sóng PQ biểu hiện thời gian truyền đạt nhĩ thất. Thời gian tối đa 0.2s, tối thiểu 0.11s và trung bình 0.15s. PQ lớn hơn 0.2s là biểu hiện bệnh lý, dấu hiệu của block nhĩ – thất. Nếu PQ ngắn hơn 0.11s có thể là biểu hiện của nhịp nhanh kịch phát trên thất hoặc ngoại tâm thu nhĩ.

- Phức hợp QRS, là sóng khử cực của tâm thất, trong đó Q biểu hiện sự khử cực mặt trái vách liên thất, sóng R biểu hiện hưng phấn của tâm thất và sóng S biểu hiện hưng phấn đã truyền qua lớp cơ tim để tới ngoại tâm mạc.

Hình dạng cả ba sóng trong phức hợp đều nhọn. Ở các đạo trình cơ bản, R là sóng dương còn Q và S là sóng âm.

Thời gian tối thiểu của phức hợp là 0.06s, tối đa là 0.1s và trung bình là 0.08s. Nếu thời gian lớn hơn 0.1s là bệnh lí, thường gặp trong ngoại tâm thu thất, block nhánh, phân li nhĩ thất, dày thất trái hoặc viêm cơ tim.

Biên độ của phức hợp dao động khác nhau:

Q dao động từ 0 đến -0.3 mV. Nếu Q âm quá 0.3 mV là bệnh lí, thường gặp trong nhồi máu cơ tim.

R dao động trong khoảng 0.4 mV – 2.2 mV.

S dao động từ 0 đến -0.6 mV, nếu quá -0.6 mV là bệnh lí.

- *Đoạn ST.* đoạn này đi từ cuối phức hợp QRS đến đầu sóng T, thể hiện quá trình khử cực của hai tâm thất. Bình thường ST là đường thẳng điện, nếu chênh lên nhiều hoặc chênh xuống là biểu hiện của tổn thương cơ tim.

- *Sóng T.* là sóng tái cực của tâm thất, sóng T có đỉnh tù, hai sườn không đối xứng, sườn xuống dốc hơn sườn lên.

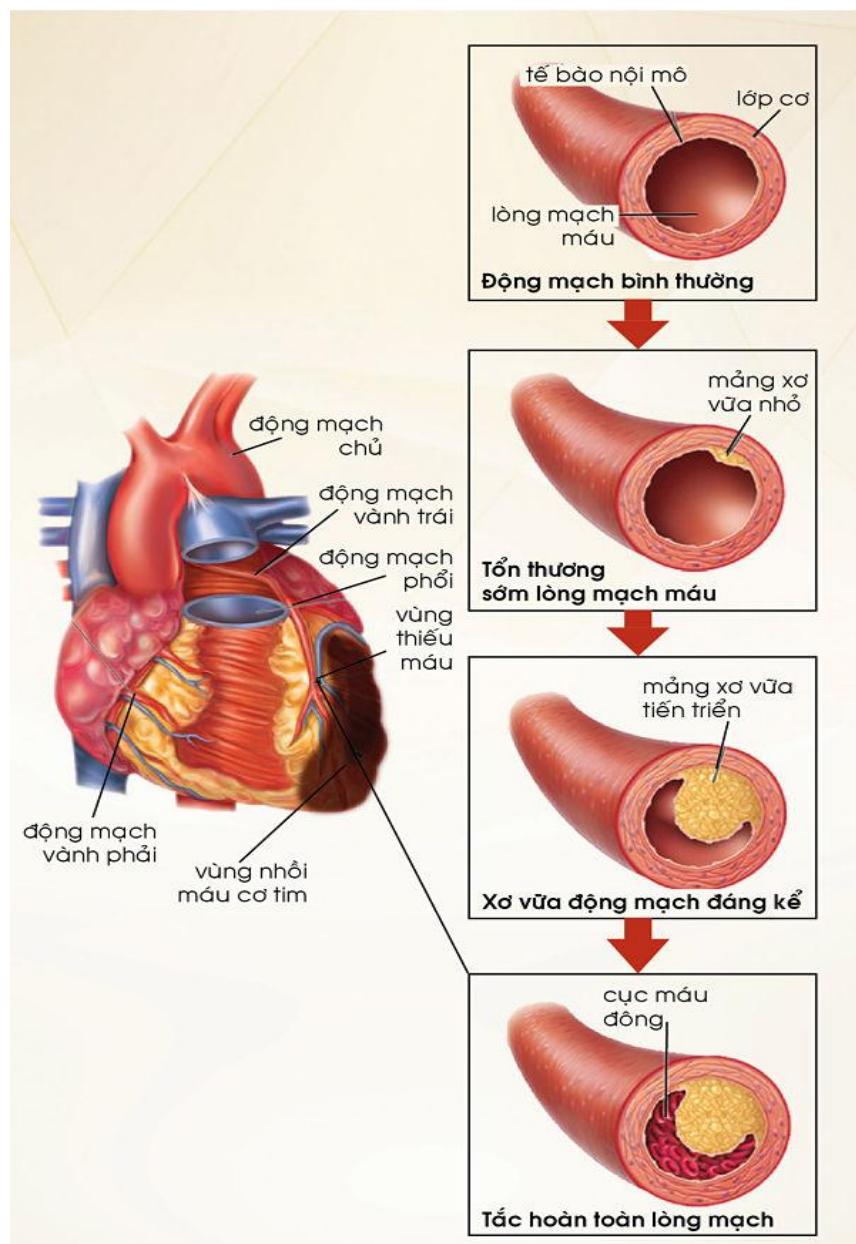
Thời gian tối đa của sóng không quá 0.2s.

Biên độ bằng khoảng $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$ sóng R và thường được xem ở từng đạo trình riêng biệt. Ở I có biên độ lớn nhất nhưng không quá 0.6 mV, còn ở III sóng T có thê âm, nhưng không âm quá 0.3 mV.

- *Khoảng QT*. kể từ đầu sóng Q đến hết sóng T, là thời gian tâm thu điện học của tâm thất, dao động từ 0.36 đến 0.42 giây. Khoảng QT tỉ lệ nghịch với lượng calci máu, nếu calci máu giảm thì QT kéo dài và ngược lại.

1.7. Giới thiệu về bệnh động mạch vành.

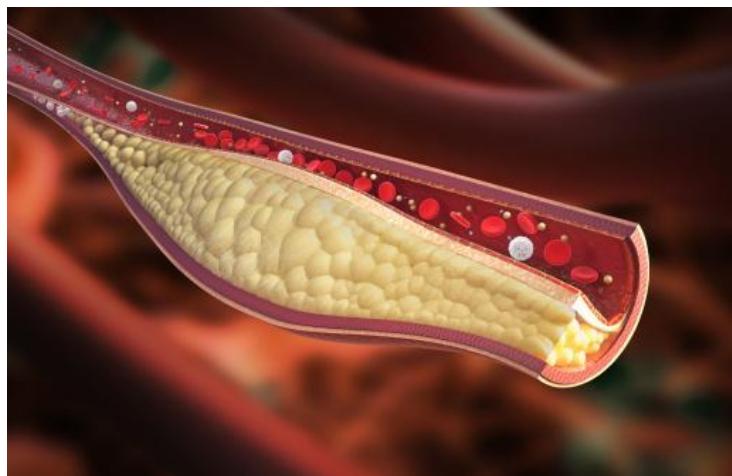
1.7.1. Khái niệm và nguyên nhân gây bệnh:



Hình 1.19. các giai đoạn xơ vữa động mạch (Nguồn: Internet)

Bệnh động mạch vành là một trong những bệnh lý về tim mạch thường gặp nhất ở Việt Nam cũng như trên thế Giới. Hậu quả của bệnh là do những mảng xơ vữa động mạch gây nên, căn bệnh này cướp đi sinh mạng của 200.000 người mỗi năm, khoảng $\frac{1}{4}$ sinh mạng trên tổng số các trường hợp tử vong tại Việt Nam. Đây là số liệu được đưa ra tại tọa đàm "Vì trái tim khỏe Việt Nam" diễn ra tại bệnh viện Tim Hà Nội vào sáng 25/3/2015.

Các mạch vành này bị tắc nghẽn do các mảng xơ vữa có chứa Cholesterol bám vào thành động mạch bị tổn thương tạo thành các mảng lớn dần theo thời gian. Thường các mảng bám này sau vài năm tích tụ và phát triển sẽ làm động mạch vành bị thu hẹp lại, ngăn chặn dòng máu lưu thông đến các bộ phận của cơ thể dẫn đến tình trạng đau thắt ngực, khó thở ở người bệnh



Hình 1.20. Mặt cắt dọc xơ vữa động mạch (Nguồn: Internet)

Một số những nguyên nhân gây nên bệnh:

- + Nguyên nhân gây nên bệnh đầu tiên phải nói đến là những người bị tăng huyết áp.
- + Tiểu đường
- + Cholesterol máu cao
- + Hút thuốc lá

Vận động ít, chế độ ăn uống bổ sung dinh dưỡng cũng là yếu tố ảnh hưởng. Đối với những người tuổi càng cao, khả năng mạch vành bị thu hẹp càng tăng cao.



Hình 1.21. bệnh nhân động mạch vành (Nguồn: Internet)

1.7.2. Triệu chứng và hậu quả của bệnh động mạch vành:

Trong thời gian đầu hầu như người bệnh rất khó phát hiện được các triệu chứng, khi các mảng bám tích tụ lớn hơn thì có thể xuất hiện các triệu chứng như[:]

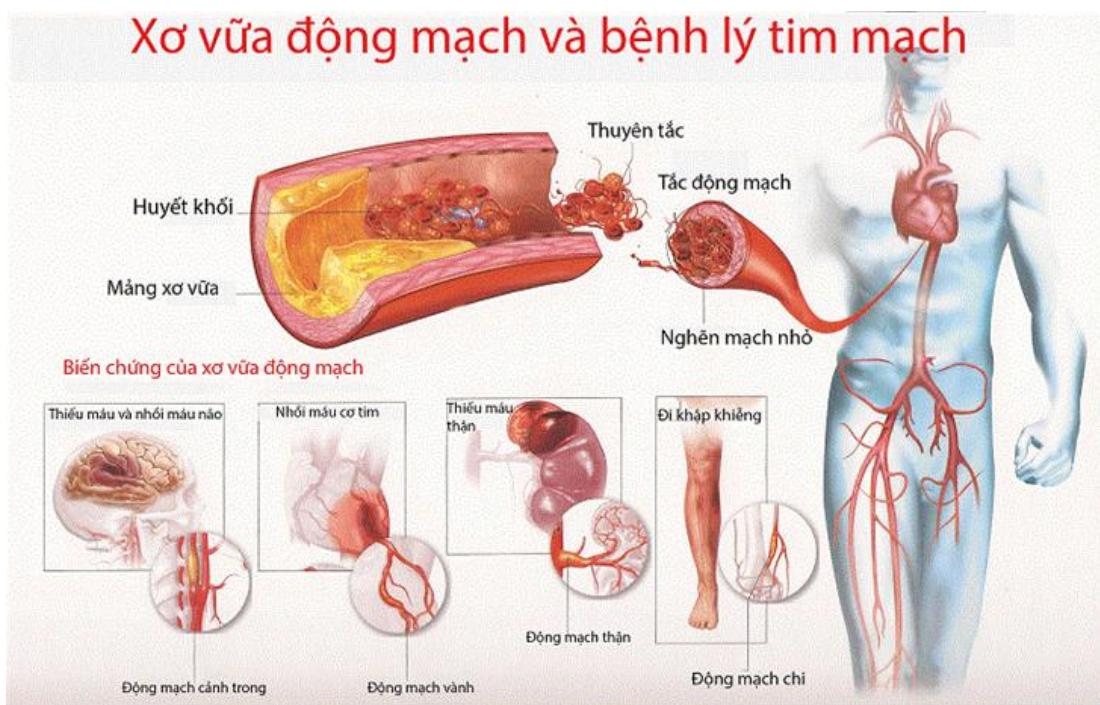
- + *Đau thắt ngực.* Những cơn đau thắt ngực thường đến do căng thẳng về cả thể chất và tinh thần, nhưng nó cũng biến mất trong vài phút sau khi được nghỉ dưỡng.

- + *Khó thở.* Hiện tượng khó thở diễn ra khi cơ thể mệt mỏi hoặc gắng sức, lúc này tim không thể bơm đủ máu để đáp ứng cho cơ thể.

- + *Đau tim.* Nếu có cơn đau tim xuất hiện, thì lúc này cũng chính là giai đoạn động mạch vành bị tắc hoàn toàn. Bệnh nhân bị áp lực ở ngực, đau lan tới vai hoặc cánh tay, cũng có thể buồn nôn và đau lưng.

Ngoài ra: Nếu một số khu vực của tim bị thiếu oxy và chất dinh dưỡng mãn do lượng máu giảm, hoặc tim đã bị tổn thương do cơn đau gây ra thì tim sẽ không đáp ứng được nhu cầu bơm máu cho cơ thể dẫn đến nhịp tim bất thường. Hiện tượng này gọi là suy tim.

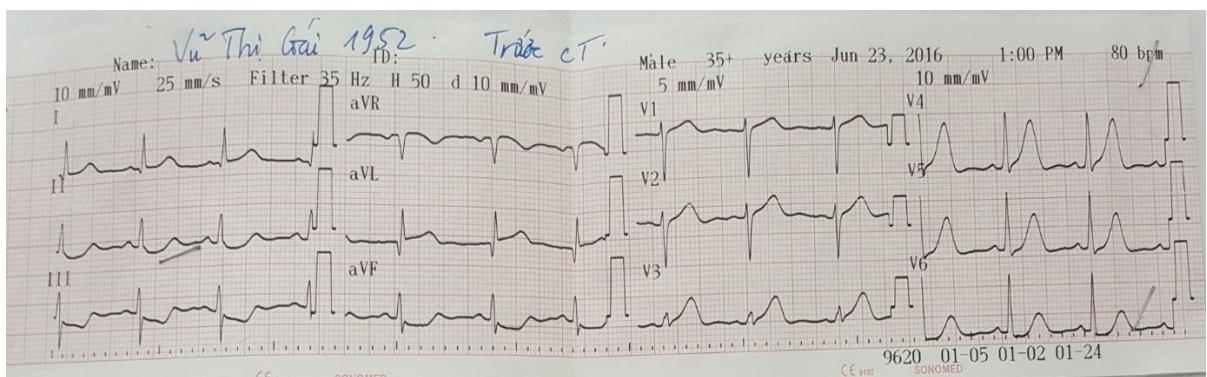
Khi các cơn đau xuất hiện thường xuyên hơn, ngay cả lúc đang ở trạng thái nghỉ ngơi, cơn đau quá trầm trọng hoặc cơn đau kéo dài trên 30 phút thì phải nghĩ đến là bệnh nhân bị nhồi máu cơ tim cấp.



Hình 1.22. biểu hiện của xơ vữa động mạch (Nguồn: Internet)

1.7.3. Điện tâm đồ của động mạch vành:

Dưới đây là hình ảnh điện tim đồ được chẩn đoán hội chứng vành cấp của bệnh nhân khi bệnh nhân nhập viện.



Hình 1.23. Điện tâm đồ động mạch vành

1.7.4. Các tiêu chuẩn chẩn đoán bệnh:

Sóng Q:

1/. D1, D2, aVL, V1 đến V6 (nhồi máu trước và bên):

Q rộng $\geq 0,04s$: Bệnh lý rõ ràng

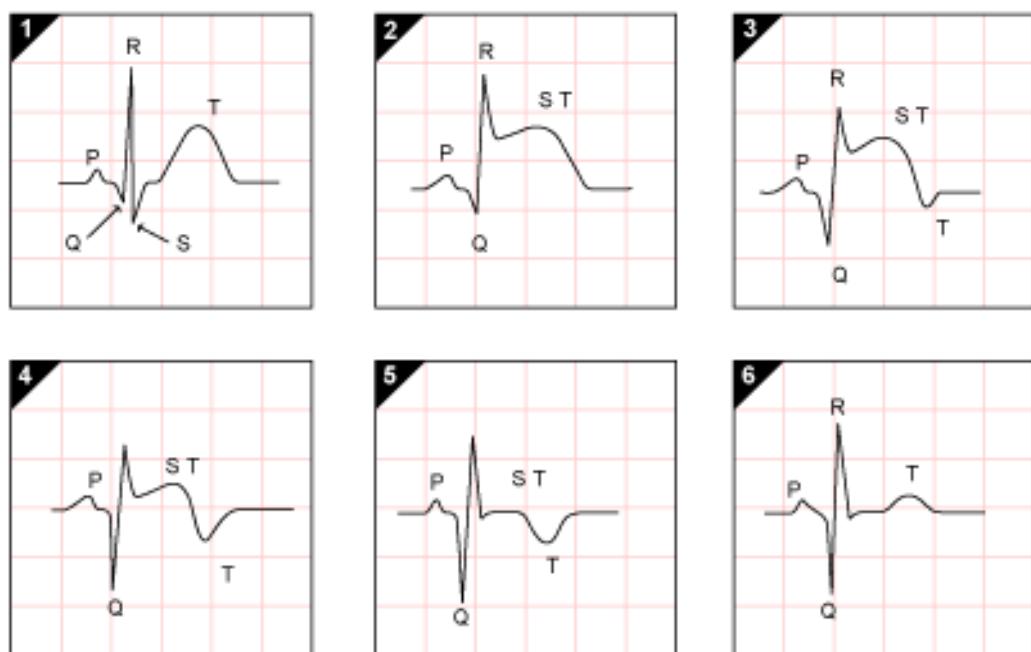
Q sâu = R : Bệnh lý rõ ràng

Dạng QS từ V1 đến V4 (V5, V6) : Bệnh lý rõ ràng

- Q rộng $0,03 - 0,04s$: Nghi bệnh lý
 Dạng QS từ V1 đến V3 : Nghi bệnh lý
 Q sâu $\geq 1/5 R$: Có thể bệnh lý
 Dạng QS từ V1 đến V2 : Có thể bệnh lý

2/. D3, aVF (nhồi máu sau – dưới):

- Q rộng $\geq 0,05s$: Bệnh lý rõ ràng
 Q rộng $0,04 - 0,05s$: Nghi bệnh lý
 Q sâu $\geq 5mm$: Nghi bệnh lý



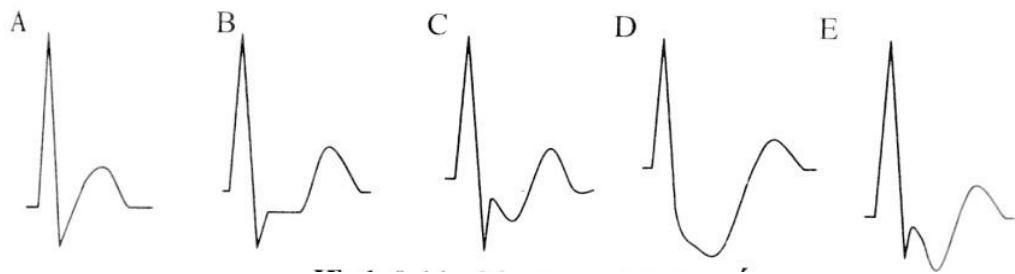
Hình 1.24. Dấu hiệu hoại tử

Đoạn ST:

Ở tất cả các chuyển đạo, trừ aVR thì ngược lại

1/ Chênh xuống:

- 1mm : Bệnh lý rõ ràng
 0,5 – 0,9mm : Nghi bệnh lý
 0,5mm : Có thể bệnh lý



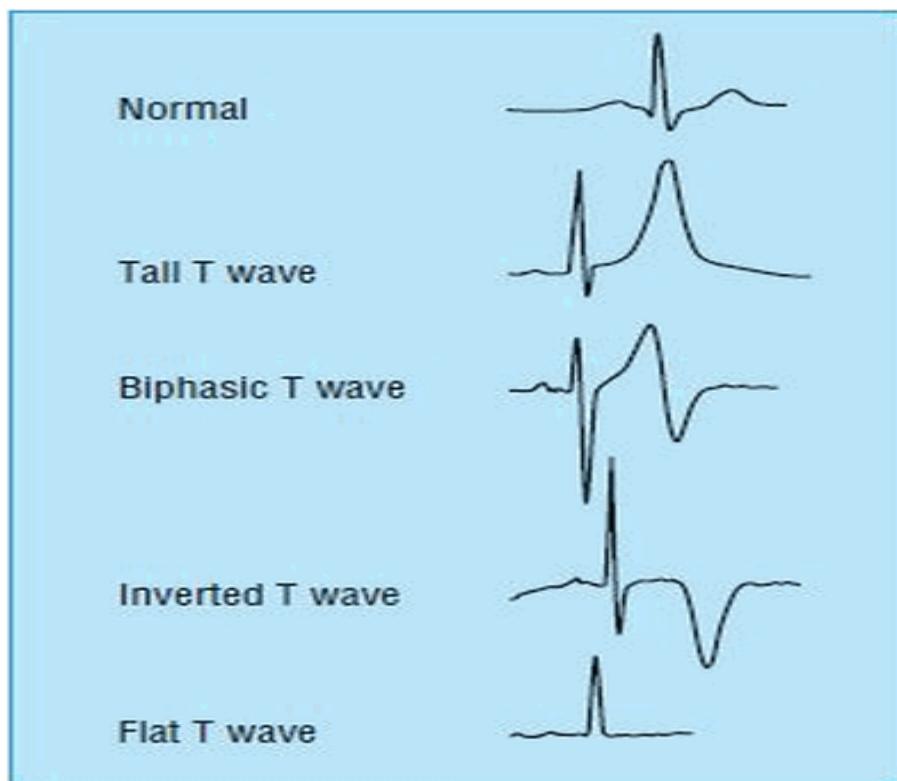
Hình 1.25. Các dạng chênh xuống

Sóng T:

Ở tất cả các chuyển đạo trừ D3, V1.

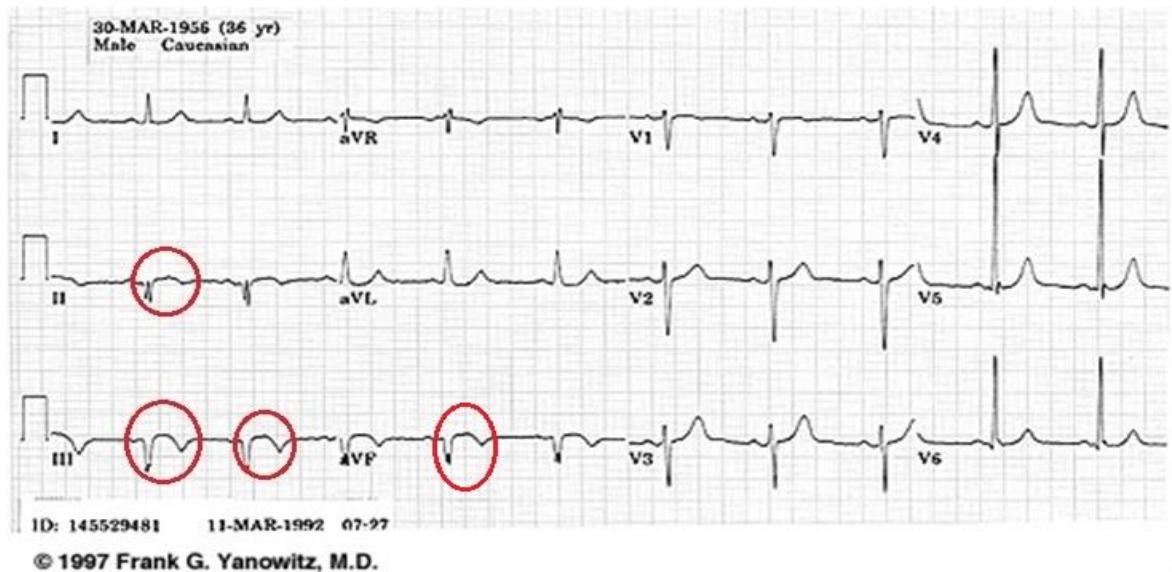
Âm sâu từ 1 mm trở lên : Bệnh lý

Dẹt : Có thể bệnh lý

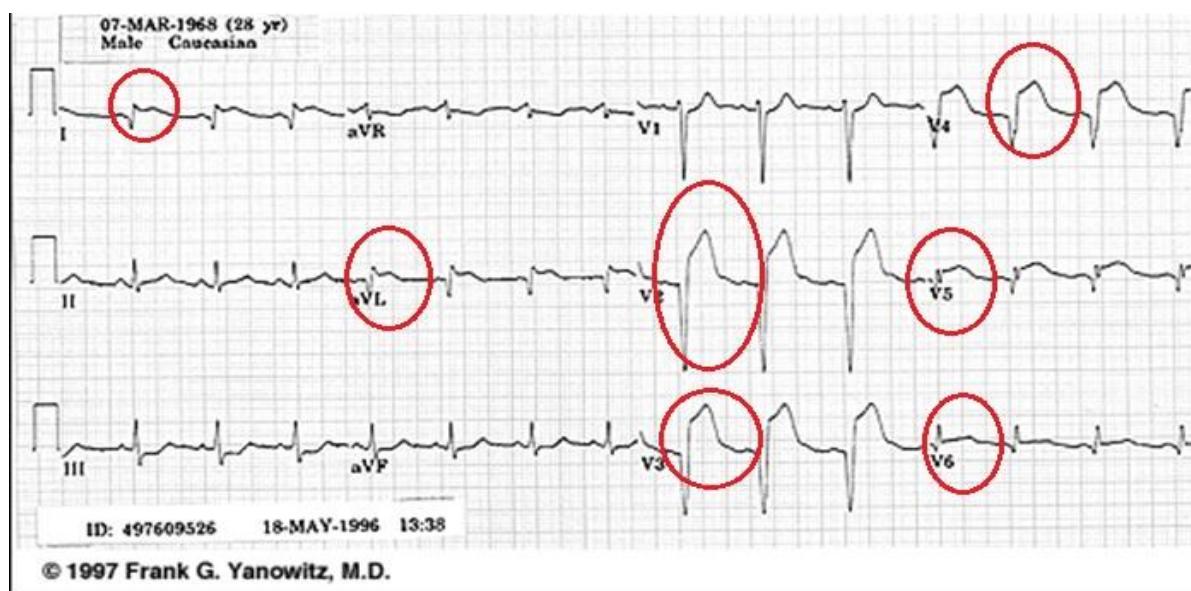


Hình 1.26. các dạng sóng T

Một số bệnh liên quan:



Hình 1.27. Nhồi máu cơ tim thành dưới với ST chênh lên ở II, III, aVF



Hình 1.28. Nhồi máu cơ tim thành dưới với ST chênh lên ở II, III, aVF

1.8. Vai trò của điện tim trong điều trị bệnh

Theo thống kê của tổ chức y tế thế giới, hàng năm có hàng triệu người chết vì các bệnh liên quan đến tim mạch do không được phát hiện và chữa trị kịp thời. Trung bình cứ 2 giây, sẽ có một người mất vì các loại bệnh này. Đó là một thực trạng báo động đối với mọi quốc gia.

Phương pháp điện tim là một thủ tục an toàn. Bệnh nhân sử dụng phương pháp này có thể cảm nhận thấy một số biểu hiện khó chịu nhưng là rất nhỏ, không đáng kể. Khi các điện cực dán vào ngực để đo lường tín hiệu điện tim. Rất ít trường hợp bị phản ứng do các điện cực gây tấy đỏ hoặc tấy da. Các điện cực được đặt trên cơ thể chỉ ghi lại hoạt động điện của tim chứ không hề phát ra điện.

Sử dụng máy điện tim sẽ giúp bác sĩ chẩn đoán bệnh liên quan tới tim một cách chính xác và nhanh chóng.

CHƯƠNG 2.

THIẾT KẾ CHẾ TẠO MÁY ĐO ĐIỆN TIM

Giới thiệu

Các thiết bị theo dõi bệnh (Patient monitors) đã và đang được quan tâm phát triển bởi các hãng lớn trên thế giới như Philips, Fukuda, Omron với chủng loại sản phẩm rất đa dạng và phong phú. Các sản phẩm này cũng được sử dụng khá phổ biến tại các bệnh viện ở nước ta [2]. Các hệ thống này thường cung cấp các kết nối mạng nhưng hiện nay các tính năng thu thập và điều khiển từ xa mới dừng ở các chức năng thêm của máy.

Hãng Ericsson có lịch sử phát triển và tiềm năng về công nghệ di động rất lớn. Mảng y tế di động cũng là một hướng phát triển trọng điểm của Ericsson trong thời gian vừa qua. Tại Việt Nam, Ericsson đã kết hợp với bệnh viện Tràng An, Hà Nội để thử nghiệm hệ thống y tế di động trong việc theo dõi các bệnh nhân ngoại trú bị một số bệnh mãn tính như huyết áp cao, tiểu đường, v.v... sử dụng bộ sản phẩm Ericsson Mobile Healthcare. Các kết quả ban đầu đạt được rất tốt, đây có thể là một hướng nghiên cứu phát triển công nghệ, sản phẩm dịch vụ khả quan trong thời gian tới.

Cơ thể người đã là một môi trường dẫn điện. Khi dòng điện do tim phát ra lan truyền qua các bộ phận khắp cơ thể, qua da, lúc này cơ thể người trở thành một điện trường của tim [1]. Nếu ta đặt hai điện cực lên hai điểm bất kỳ nào đó có điện thế khác nhau trong điện trường đó, thì ta sẽ thu được một dòng điện, dòng điện này thể hiện hiệu thế giữa hai điểm đó và gọi là một chuyển đao hay còn gọi là đạo trình (lead). Mỗi một đường cong được ghi trên máy điện tâm đồ chính là phác họa của một đạo trình, các đường cong này có hình dạng khác nhau phụ thuộc vào điểm đặt các điện cực. Ở đây đường thẳng nối hai điểm đặt điện cực trên cơ thể gọi là trực chuyển đao[1].

Người ta thường ghi đồng thời cho bệnh nhân 6 chuyển đao trước tim thông dụng nhất, kí hiệu bằng chữ V (voltage) kèm theo các chỉ số từ 1 đến 6. Cả 6 chuyển đao này đều là chuyển đao đơn cực. Các chuyển đao này có điểm chung là có một điện cực trung tính nối vào cực trung tâm còn các điện cực thăm dò được đặt lên 6 điểm cực này.

Máy đo điện tim là một thiết bị có khả năng ghi nhận lại hoạt động ở dạng tín hiệu điện trên cơ thể người do tim tạo ra.

Người ta sử dụng các điện cực đặt trên da, tại một số vị trí nhất định được quy định trước trên cơ thể để đo các thông số về tín hiệu điện tim. Tín hiệu điện tim thường rất nhỏ và bị ảnh hưởng của rất nhiều các loại nhiễu khác nhau như: Nhiều điện từ do dòng điện lướt sinh ra, nhiễu do tiếp xúc của điện cực với da, nhiễu do sự dịch chuyển của người bệnh. Do đó, để thu thập được tín hiệu điện tim một cách chính xác là hết sức khó khăn. Các mạch tiền khuếch đại có điện trở lớn phù hợp với điện trở của cơ thể người được thiết kế sau mỗi điện cực. Sau đó thông thường, các kỹ thuật xử lý tín hiệu tương tự được áp dụng trong các hệ thống thu thập tín hiệu điện tim như lọc thông thấp, lọc thông cao, triệt tần 50 Hz..... Bên cạnh đó cũng cần sử dụng các bộ khuếch đại tín hiệu để nâng cao biên độ tín hiệu, dễ dàng hơn cho việc thu nhận.

Tín hiệu điện tim được biểu diễn bằng đồ thị gồm 2 trục thời gian và điện áp, máy điện tim có nhiệm vụ chuyển đồ thị này lên mặt phẳng (giấy hoặc màn hình máy tính). Các tín hiệu điện tim được quy đổi về cả biên độ và thời gian thông qua biểu diễn bằng độ dài.

Cho tới nay, việc chế tạo các thiết bị y tế nói chung cũng như máy theo dõi bệnh nhân nói riêng vẫn là công việc chủ yếu của các hãng điện tử có nhiều kinh nghiệm trên thế giới mà chưa thật phổ biến rộng rãi đến các nước đang phát triển. Tiên đoán được các tiềm năng của các thiết bị y tế, đặc biệt là các thiết bị y tế cho từng gia đình, từng cá nhân, nhiều hãng chế tạo chip trên thế giới đã cho ra đời nhiều thiết kế và sản phẩm là các chip tích hợp chủ yếu cho định hướng y tế như: Renesas, Maxim, Freescale [15] ... Phát triển các hệ thống điện tử y tế dựa trên các chip thương mại của các hãng chế tạo chip nêu trên do đó rất khả thi đối với các nước có nền công nghiệp chưa thật phát triển và yêu cầu các thiết bị có tính năng tốt với giá thành thấp.

2.1. Các yêu cầu của máy đo điện tim

Từ các đặc điểm giới thiệu ở trên, máy điện tim được thiết kế cần đáp ứng một số yêu cầu chính sau:

- Máy phải có hệ số khuếch đại lớn, các tín hiệu điện tim được khuếch đại từ mức cỡ mV ở các điện cực lên khoảng một vài vôn tại lối vào của các mạch ADC hoặc các máy hiển thị tín hiệu.

- Để bộ khuếch đại hoạt động và thu được tín hiệu mà không bị ảnh hưởng do các yếu tố bên ngoài như thay đổi bệnh nhân, tiếp xúc với bề mặt điện cực thì cần có trở kháng vào lớn.

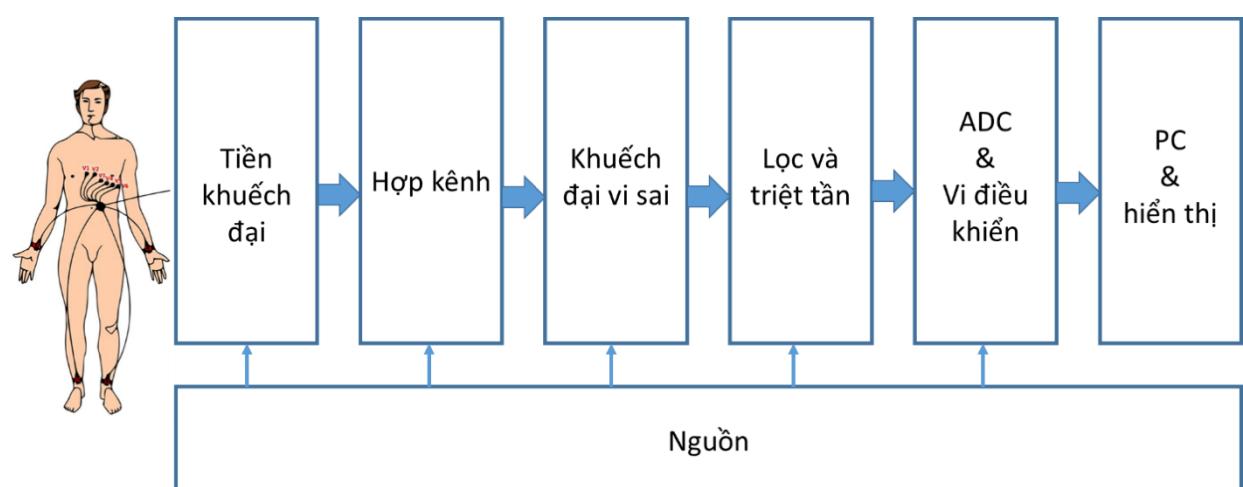
- Để phục vụ cho việc chẩn đoán bệnh thì độ méo của các linh kiện của thiết bị phải nhỏ để thu được tín hiệu trung thực.

- Có khả năng chống nhiễu và nhiễu đồng pha tốt.

- Để đảm bảo an toàn cho cả người và thiết bị thì yêu cầu máy phải có độ cách điện tốt [8].

2.2. Sơ đồ khái của máy điện tim

Sơ đồ khái nguyên lý của hệ thống thu thập tín hiệu điện tim được thể hiện trên hình 2.1. Sơ đồ này gồm 7 bộ phận chính. Thiết kế chi tiết và chức năng của từng bộ phận được trình bày chi tiết trong các mục sau:



Hình 2.1. Sơ đồ khái của hệ thống

2.3. Thiết kế sơ đồ mạch nguyên lý

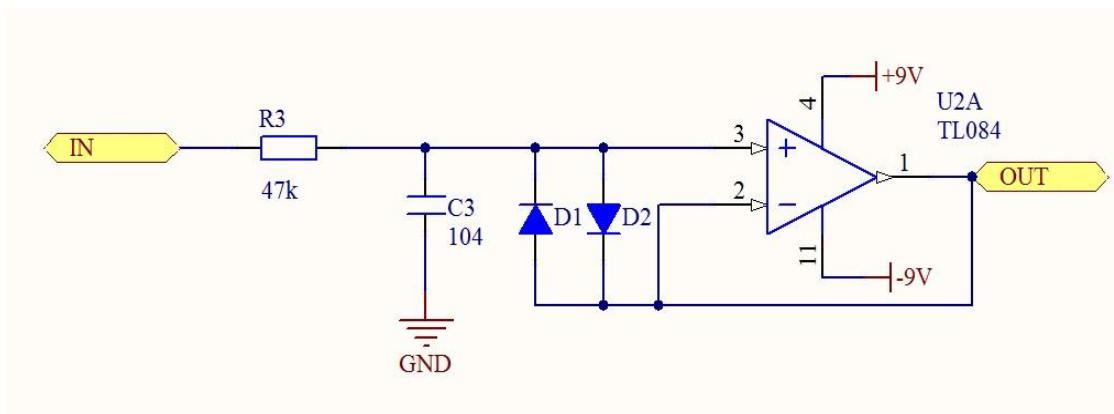
2.3.1. Khối nguồn

Để đảm bảo được sự hoạt động chính xác cho các IC khuếch đại thuật toán thì việc cách ly nguồn cung cấp cho nó khỏi các thiết bị khác là cực kỳ quan trọng. Vì lý do đó phải thiết kế mạch nguồn riêng cung cấp cho các IC khuếch đại thuật toán trong mạch.

Nguồn được lấy từ điện áp 220 VAC/50 Hz. Sau khi đưa qua biến áp lấy được giá trị điện áp +12 VAC/-12 VAC (50 Hz), giá trị này là giá trị hiệu dụng của tín hiệu. Giá trị định của nó sau chỉnh lưu đi-ốt cầu là $V_p = 15,57$ V

Cấu tạo họ IC ổn áp 78xx và 79xx chỉ hoạt động khi điện áp đầu vào lớn hơn điện áp đầu ra từ 1,6 V trở lên.

2.3.2. Khối mạch tiền khuếch đại và mạch bảo vệ đầu vào



Hình 2.2. Mạch tiền khuếch đại [7]

Hình 2.2 là mạch nguyên lý của mạch tiền khuếch đại được xây dựng dựa trên IC khuếch đại thuật toán TL084. Các điện trở R3 và tụ điện C4 là mạch lọc thông thấp cho phép lọc các nhiễu cao tần. Hai diode D1 và D2 đóng vai trò bảo vệ mạch điện. Lối vào của các mạch này là các điện cực gắn trực tiếp với cơ thể người. Lối ra của mạch được đưa vào khối chọn chuyển đổi và các mạch xử lý tín hiệu tương tự.

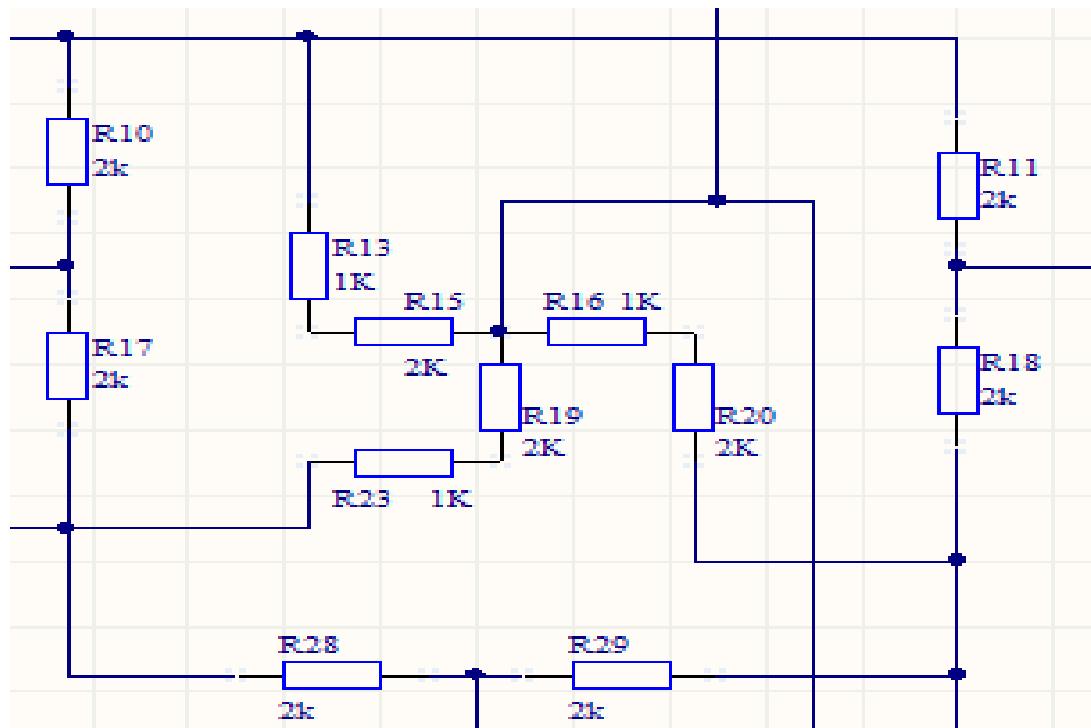
2.3.3. Khối chọn chuyển đổi

Hệ thống điện tim 12 chuyển đổi bao gồm 6 điện cực chi và 6 điện cực trước ngực. Thông thường, mỗi hệ thống điện tim chỉ được trang bị một mạch khuếch đại vi sai và các mạch ADC phía sau. Do đó, để có thể thu thập được tín hiệu từ tất cả các chuyển đổi, các tín hiệu cần được thu thập và xử lý phân chia theo thời gian. Khối chọn chuyển đổi thực hiện nhiệm vụ này. Khối chọn chuyển đổi là một chuyển mạch tương tự. Trong sơ đồ này, khói chọn chuyển đổi được xây dựng dựa trên IC CD4051. Mạch này có 3 đầu vào A, B, C để lựa chọn và quyết định 1 trong 8 đầu vào được tích cực và nối đầu vào này với đầu ra chung. Chân INH là chân cho phép hoạt động của IC. IC sẽ hoạt động nếu chân này được đưa xuống mức 0. Hình 2.4 là sơ đồ chân và bảng chân lý của IC

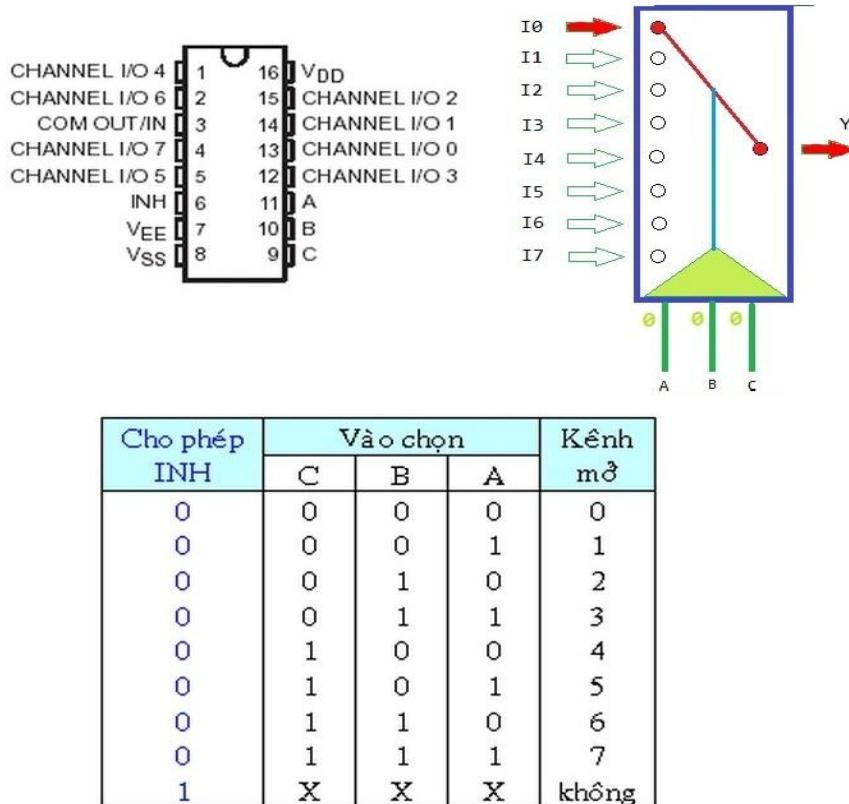
CD4051. Để xác định điện áp tại trung tâm quả tin, mạch nguyên lý tam giác Einthoven được thiết kế như trên hình 2.3. Điện áp tại nút giao của ba điện trở R15, R16 và R19 được xem là điện áp trung tâm của quả tim. Chân INH của CD4051 cũng được nối với mạch điều khiển để cho phép hoặc không cho phép các IC hoạt động.

Bằng cách điều khiển mức 0, 1 của các chân điều khiển A, B, C của CD4051 thì ta sẽ chọn được lần lượt từng chuyển đao để đưa vào xử lý. Bảng 1 thể hiện bảng chân lý của mạch chọn chuyển đao.

Khi chân INH bằng 1, mạch cho phép chọn các chuyển đao chi tương ứng như trong bảng. Khi chân INH chuyển sang trạng thái 0, mạch sẽ chọn các chuyển đao trước ngực.



Hình 2.3. Mạch chọn chuyển đao [7]



Hình 2.4. Sơ đồ chân và nguyên lý hoạt động của IC CD4051

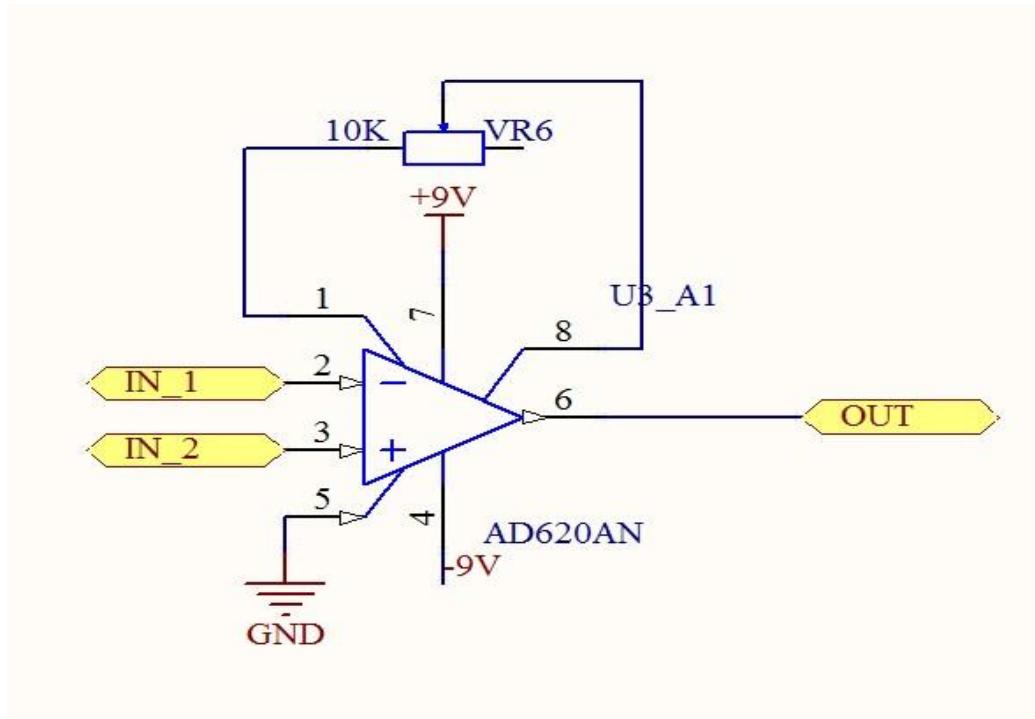
2.3.4. Mạch khuếch đại vi sai

Để thu được các tín hiệu từ các chuyển đổi, một mạch khuếch đại công cụ (instrumentation amplifier) được sử dụng. AD620 là IC khuếch đại công cụ có độ phẩm chất cao. Với khả năng dễ dàng điều chỉnh hệ số khuếch đại từ 1 cho tới 1000 bằng cách thay đổi giá trị điện trở khuếch đại đặt vào giữa của hai phần tử khuếch đại thuật toán nằm bên trong IC (được nối ngoài qua chân 1 và chân 8). Dòng bias đầu vào tối đa là 1 nA, đặc tính khuếch đại ít phụ thuộc vào nhiệt độ. Hệ số khuếch đại của AD620 được tính bằng công thức:

$$G = \frac{49.4k\Omega}{R_G} + 1 \Rightarrow R_G = \frac{49.4k\Omega}{G - 1} \quad (2.2)$$

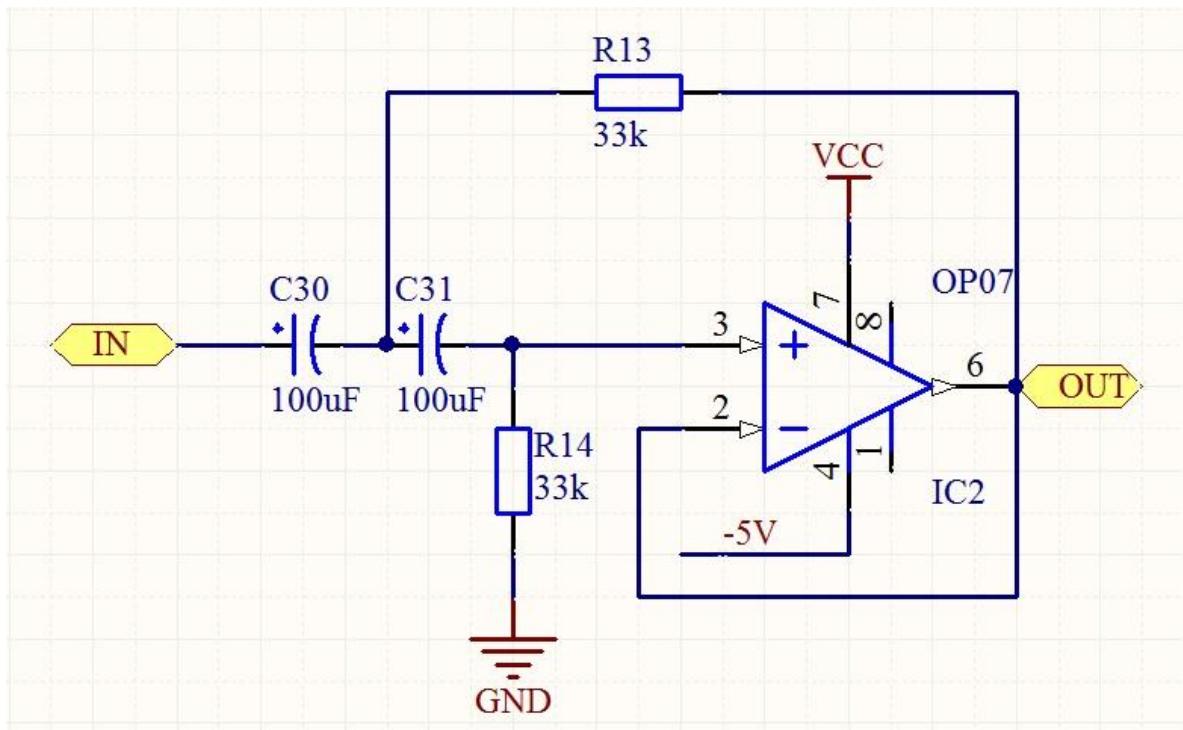
Lõi ra của mạch khuếch đại công cụ này là tín hiệu điện tim trên các chuyển đổi. Các tín hiệu này phần nào đã được lọc các thành phần đồng pha, tuy nhiên, nó vẫn còn chứa các nhiều xuyên kẽm, các thành phần nhiễu công nghiệp

cần được loại bỏ thông qua các mạch lọc tần thấp, tần cao và mạch triệt tần 50 Hz.



Hình 2.5. Mạch khuếch đại vi sai

2.3.5. Khối lọc thông cao 0.05 Hz



Hình 2.6. Mạch lọc thông cao [8]

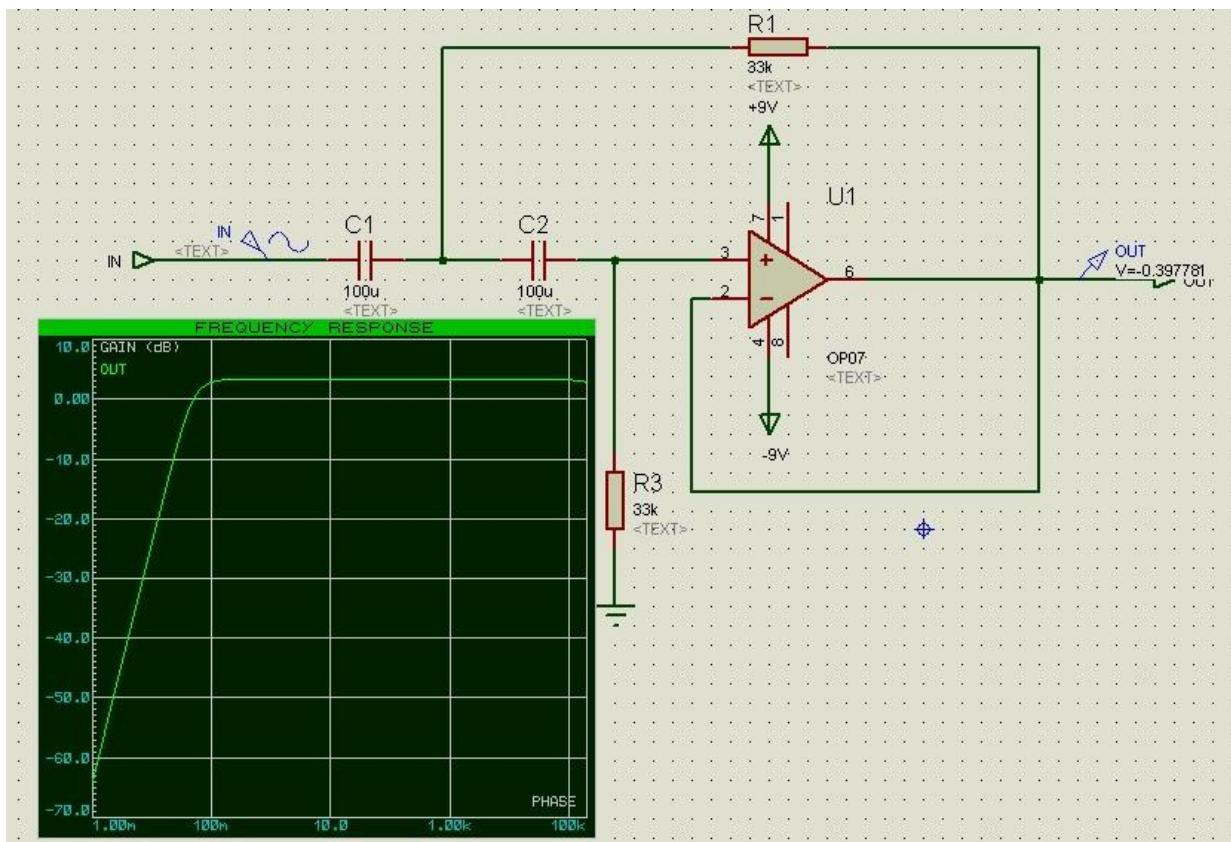
Đối với tín hiệu điện tim, tần số cần quan tâm nằm trong khoảng 0,05 Hz đến 100 Hz. Do đó bộ lọc thông cao phải đáp ứng cho phép tín hiệu với tần số >0,05 Hz đi qua. Hình 2.6 là sơ đồ nguyên lý mạch lọc tần cao. Để đáp ứng được yêu cầu lọc các tần số thấp hơn 0,05 Hz, các linh kiện thụ động được lựa chọn theo các giá trị sau:

$$R_{13} = R_{14} = 33k$$

$$C_{30} = C_{31} = 100\mu F$$

Tần số cắt:

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC} = 0.05Hz \quad (2.3)$$



Hình 2.7. Đặc tính tần số mạch lọc thông cao [8]

Hình 2.7 là kết quả mô phỏng mạch lọc tần cao và đáp ứng tần số của nó. Đáp ứng tần số này hoàn toàn đáp ứng được yêu cầu của một mạch lọc cho hệ thống thu thập tín hiệu điện tim.

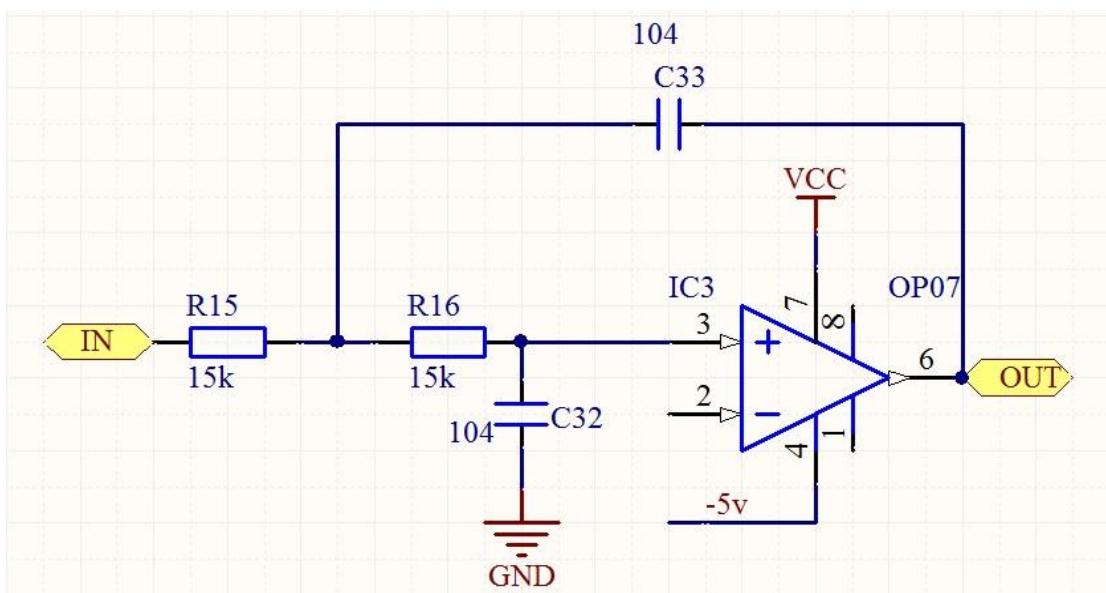
2.3.6. Khối lọc thông thấp 100 Hz

Mạch lọc thông cao cũng sử dụng mạch lọc tích cực bậc 2. Hình 2.8 là sơ đồ nguyên lý của mạch lọc tần thấp. Các linh kiện được lựa chọn thông qua các công thức tính toán như sau:

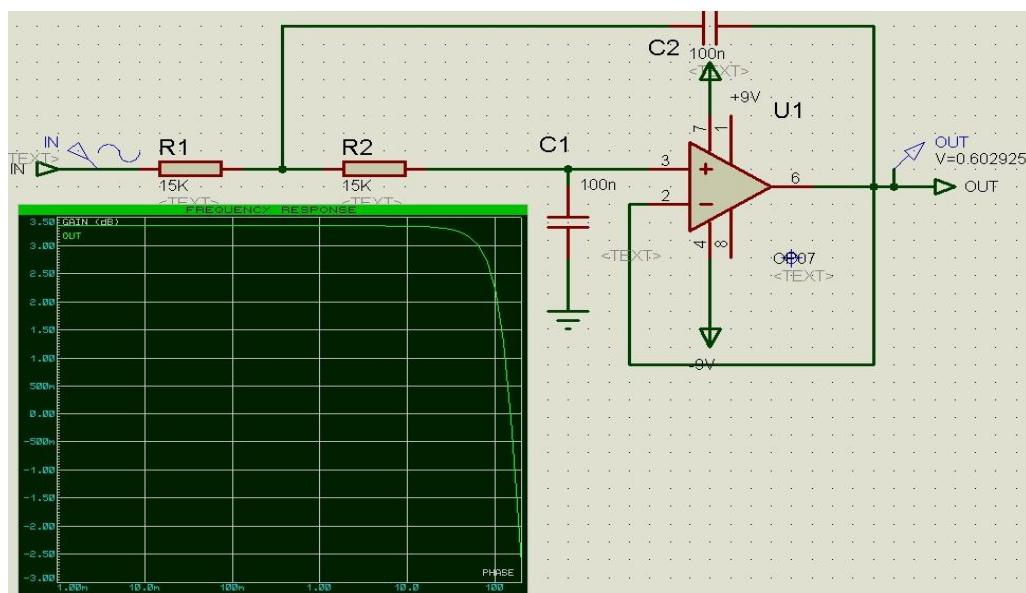
$$R_{15} = R_{16} = 15k$$

$$C_{32} = C_{33} = 100nF$$

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC} = 100Hz \quad (2.4)$$



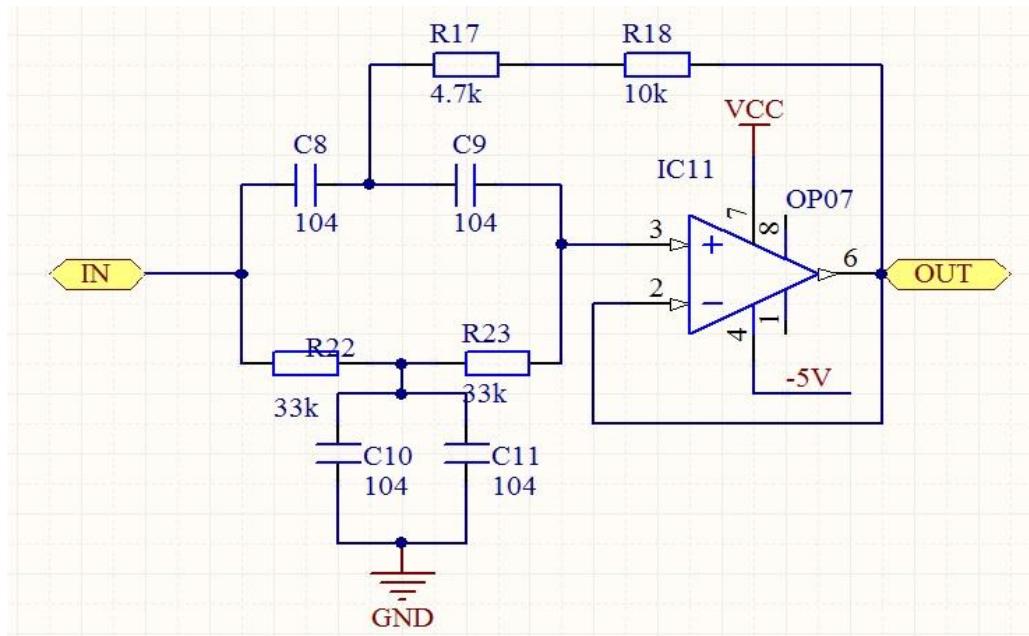
Hình 2.8. Mạch lọc thông thấp [8]



Hình 2.9. Đặc tính tần số mạch lọc thông thấp [8]

Hình 2.9 là kết quả mô phỏng mạch lọc tần thấp và đáp ứng tần số của nó. Đáp ứng tần số này hoàn toàn đáp ứng được yêu cầu của một mạch lọc cho hệ thống thu thập tín hiệu điện tim.

2.3.7. Khối lọc triệt tần 50 Hz



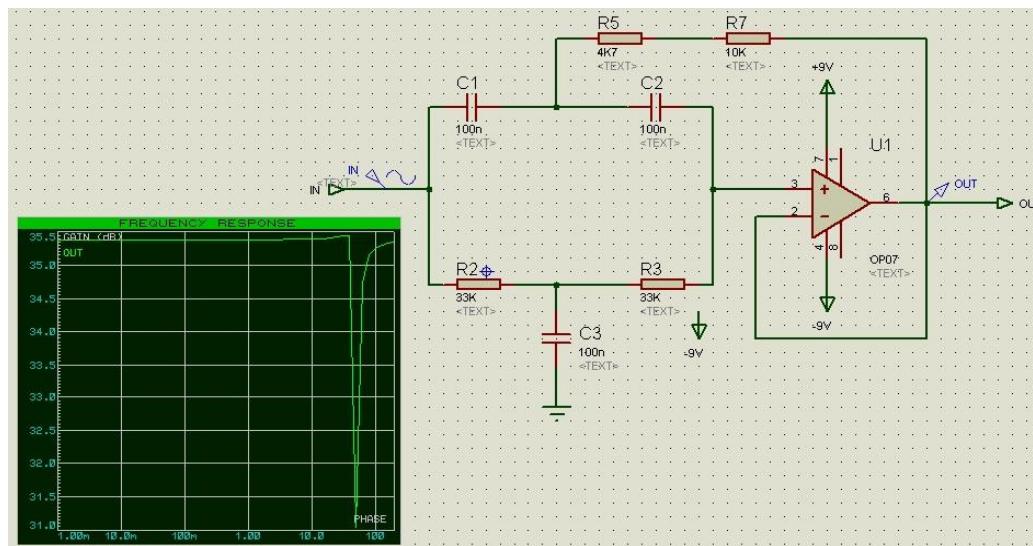
Hình 2.10. Mạch lọc triệt tần 50 Hz [8]

Khối triệt tần được thiết kế dựa trên sử dụng mạch lọc cầu T có hồi tiếp như thể hiện trên hình 2.10. Các linh kiện được lựa chọn giá trị như sau:

$$R_{22} = R_{23} = 33 \text{ k}\Omega$$

$$C_8 = C_9 = C_{10} = C_{11} = 100 \text{ nF}$$

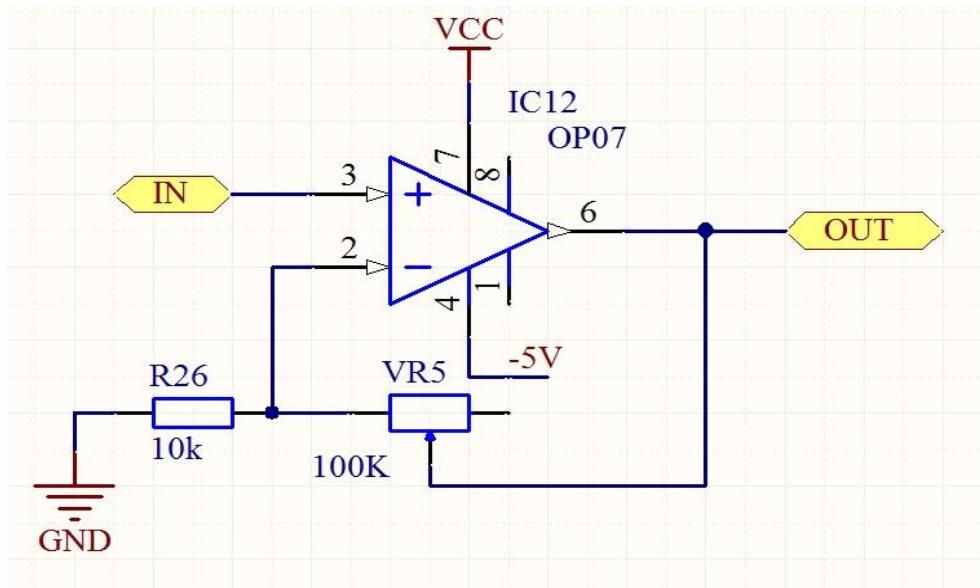
$$\text{Tần số cắt: } f_c \approx 50 \text{ Hz}$$



Hình 2.11. Đặc tính tần số mạch lọc triệt tần 50 Hz [8]

Hình 2.11 là kết quả mô phỏng mạch lọc triệt tần 50 Hz và đáp ứng tần số của nó. Đáp ứng tần số này hoàn toàn đáp ứng được yêu cầu của một mạch lọc cho hệ thống thu thập tín hiệu điện tim.

2.3.8. Khối khuếch đại tín hiệu ra



Hình 2.12. Mạch khuếch đại tín hiệu ra

Do tín hiệu điện tim là tín hiệu xoay chiều trong khi ADC của PIC chỉ có thể lấy mẫu trong khoảng từ 0 V đến V_{ref} cho nên phải thiết kế mạch khuếch đại lặp có tác dụng điều chỉnh offset cho tín hiệu điện tim sau mạch khuếch đại về dạng điện áp trong khoảng 0V- V_{ref} .

Mạch khuếch đại lựa chọn trong trường hợp này là mạch khuếch đại vi sai đơn giản. Sử dụng khuếch đại thuật toán OP07 cho chất lượng đáp ứng rất tốt.

Với các thông số linh kiện lựa chọn trên hình vẽ thì điện áp tín hiệu đầu ra được tính theo công thức:

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = 1 + \frac{VR5}{R26} \quad (2.5)$$

2.4. Vi điều khiển, truyền thông RS232 và giao diện phần mềm hiển thị

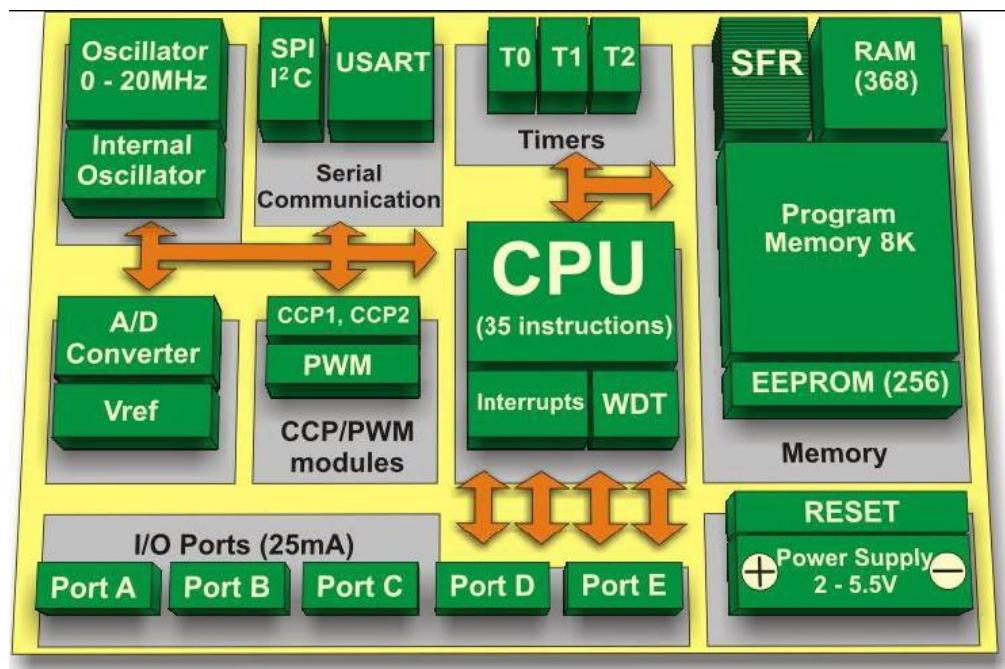
RS232 là một chuẩn giao tiếp nối tiếp dùng định dạng không đồng bộ, kết nối nhiều nhất là 2 thiết bị, chiều dài kết nối lớn nhất cho phép để đảm bảo dữ liệu là 12.5 đến 25.4m, tốc độ 20kbit/s đôi khi là tốc độ 115kbit/s với một số thiết bị đặc biệt. Ý nghĩa của chuẩn truyền thông nối tiếp nghĩa là trong một thời điểm chỉ có một bit được gửi đi đọc theo đường truyền. Có hai phiên bản RS232 được lưu hành trong thời gian tương đối dài là RS232B và RS232C.

Ưu điểm của giao diện nối tiếp RS232:

- Khả năng chống nhiễu của các cổng nối tiếp cao
- Thiết bị ngoại vi có thể tháo lắp ngay cả khi máy tính đang được cấp điện
- Các mạch điện đơn giản có thể nhận được điện áp nguồn nuôi qua cổng nối tiếp.

2.4.1. Vi điều khiển PIC 16F877A

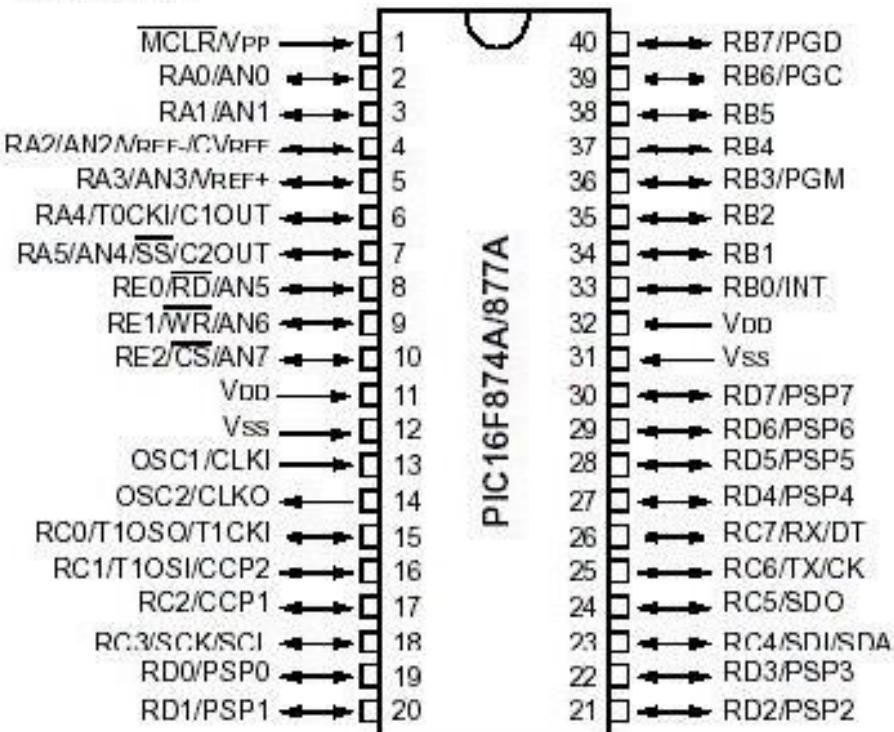
PIC 16F877A là dòng PIC phổ biến nhất hiện nay. Cấu trúc tổng quát của PIC 16F877A như sau:



Hình 2.13. Cấu trúc chức năng của PIC 16F877A [16]

- 8 K Flash ROM.
- 368 Bytes RAM.
- 256 Bytes EEPROM.
- các cổng A, B, C, D, E hoạt động với tín hiệu điều khiển độc lập.
- 2 bộ định thời 8 bits (Timer 0 và Timer 2).
- Bộ định thời 16 bits hoạt động ở chế độ tiết kiệm năng lượng với nguồn xung nhịp cung cấp từ bên ngoài.
- 2 bộ CCP(Capture / Compare/ PWM).
- 1 bộ biến đổi ADC 10 bits, 8 kênh.
- 2 bộ so sánh tương tự (Compartor).
- 1 bộ định thời giám sát (WatchDog Timer).
- Một cổng song song 8 bits.
- Một cổng nối tiếp.
- 15 nguồn ngắt.
- Có chế độ tiết kiệm năng lượng.
- Nạp chương trình bằng cổng nối tiếp ICSP.
- 35 tập lệnh có độ dài 14 bits.
- Tần số hoạt động tối đa 20MHz.

40-Pin PDIP



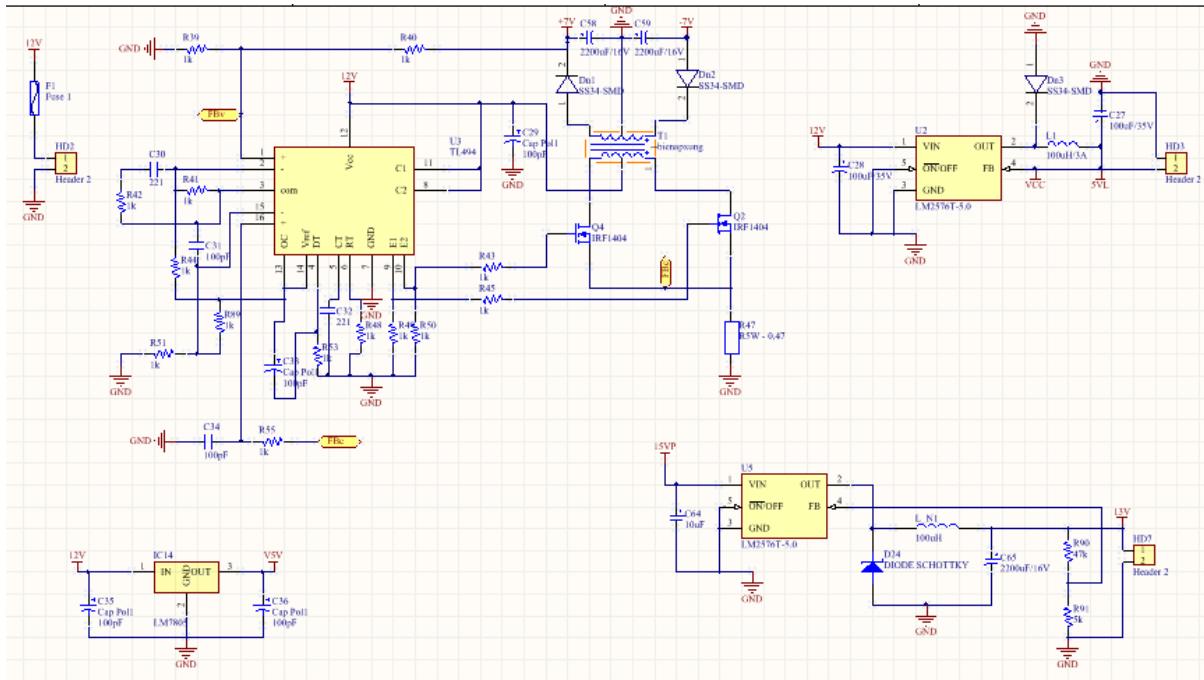
Hình 2.14. Sơ đồ chân PIC 16F877A [16]

2.4.2. Truyền thông RS232

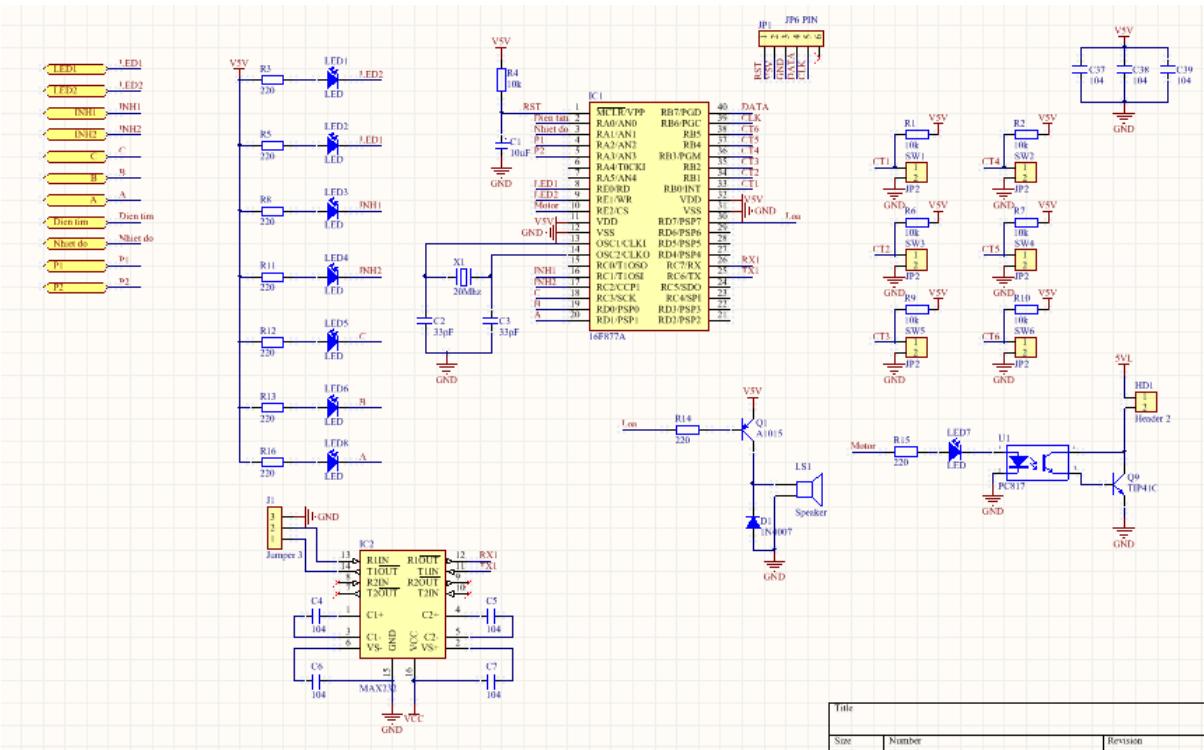
Ngày nay các thiết bị đo lường, điều khiển đều phải giao tiếp với máy tính để quan sát thông số và chế độ hoạt động của thiết bị, chuẩn giao tiếp được coi là đơn giản và dễ dùng đó là RS232. Hầu như các thiết bị đều được giao tiếp với máy tính thông qua chuẩn này. Bài viết này sẽ nói về cơ bản chuẩn giao tiếp RS232: Tổng quan chung về RS232, Sơ đồ ghép nối, Giao diện phần mềm.

Phương pháp ghép nối qua cổng nối tiếp RS232 là kỹ thuật phổ biến hiện nay để kết nối một máy tính với các thiết bị ngoại vi. RS232 kết nối nhiều nhất 2 thiết bị với chiều dài kết nối lớn nhất cho phép để đảm bảo dữ liệu lên đến trên 20 m với tốc độ 20 kbit/s (tốc độ tối đa là 115 kbit/s).

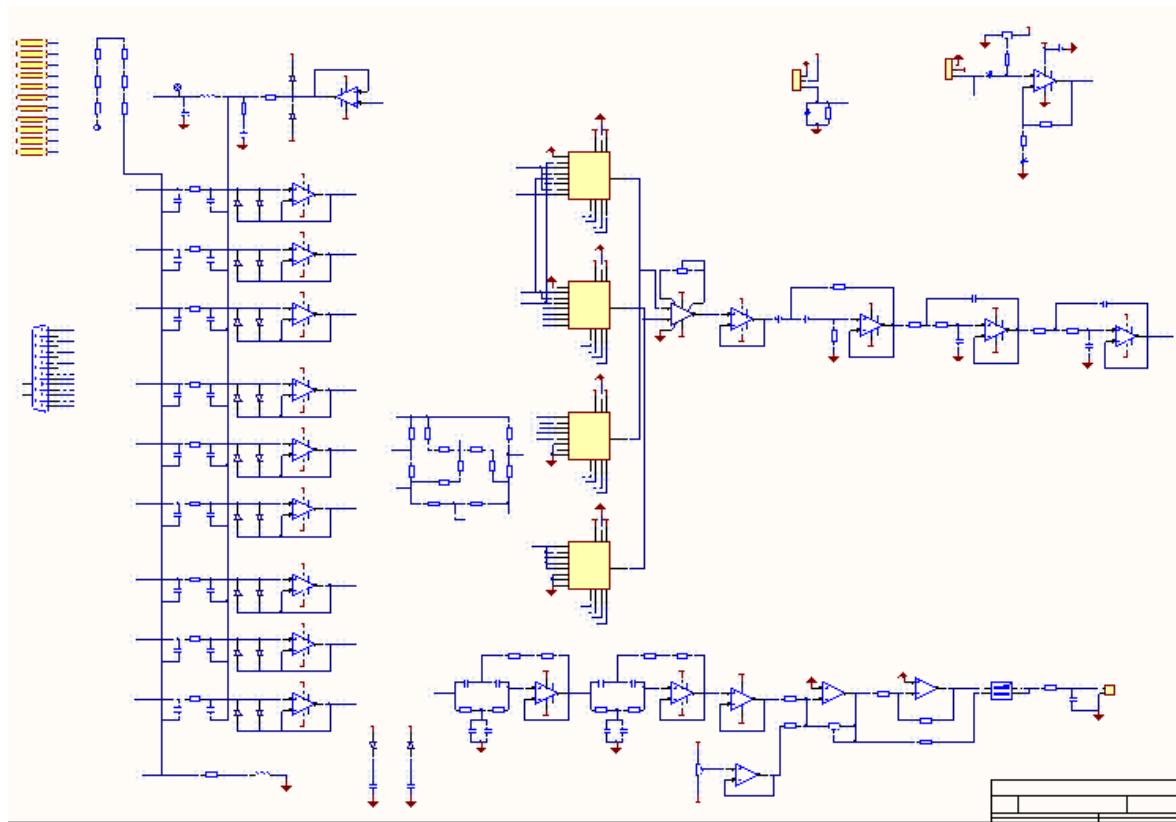
2.5. Mạch nguyên lý tổng thể



Hình 2.15. Sơ đồ nguyên lý mạch nguồn và giao tiếp

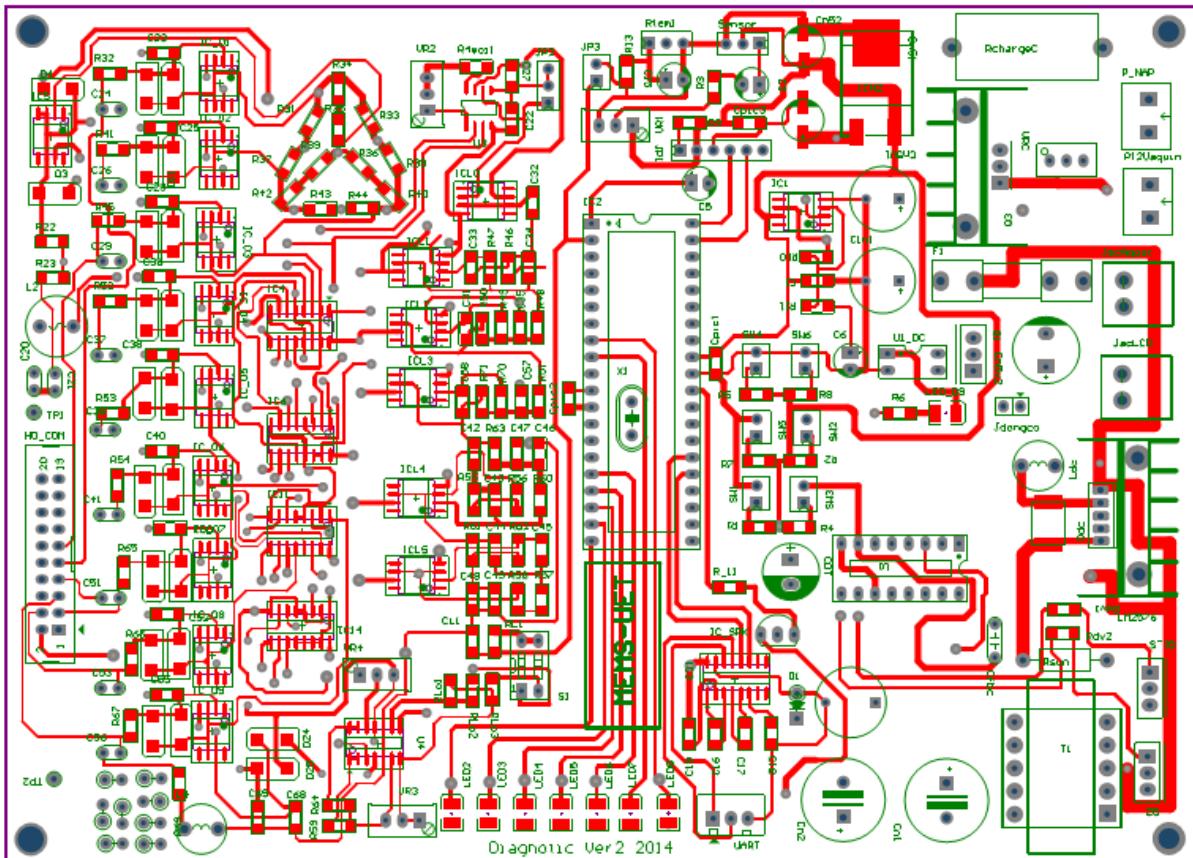


Hình 2.16. Sơ đồ nguyên lý mạch vi điều khiển



Hình 2.17. Sơ đồ nguyên lý mạch thu thập tín hiệu từ các điện cực và xử lý tín hiệu

2.6. Mạch in



2.7 Hệ thống máy tính trung tâm, hiển thị

Trong đề tài này, tôi sử dụng khói Tiny 6410 để thực hiện các chức năng về hiển thị giao tiếp và truyền tin. Khối này được thiết kế dựa trên nền tảng chip ARM của Samsung là S3C6410 với các thông số chức năng:

- 256 Mbyte DDR SDRAM
- 2GByte Nand Flash
- RTC
- RS232, USB, Ethernet
- Audio In/Out
- Keyboard
- LCD
- SD card.

Các chức năng như vậy đáp ứng được yêu cầu của một máy tính trung tâm, trạm trung chuyển dữ liệu đến server cũng như giao tiếp với người sử dụng thông qua màn hình chạm. Hình sau thể hiện khói này.



Hình 2.19. Khối máy tính, hiển thị và thu phát trung tâm [16]

CHƯƠNG 3

KẾT QUẢ

3.1. Kết quả máy điện tim

Luận văn đã hoàn thành được mục tiêu đề ra là Nghiên cứu thiết kế, chế tạo thiết bị thu thập và xử lý tín hiệu điện tim 12 đạo trình.

Học viên cùng nhóm nghiên cứu của bộ môn Vi cơ điện tử và vi hệ thống đã thực hiện thiết kế bước đầu thành công một số phiên bản mạch thu thập tín hiệu điện tim 12 chuyên đạo. Bước đầu, mạch đã đi vào hoạt động ổn định và đạt được các chức năng đề ra. Một số hình ảnh của thiết bị đã được chế tạo được thể hiện trên các hình sau:



Sản phẩm thiết bị đo điện tim



Mặt sau thiết bị đo



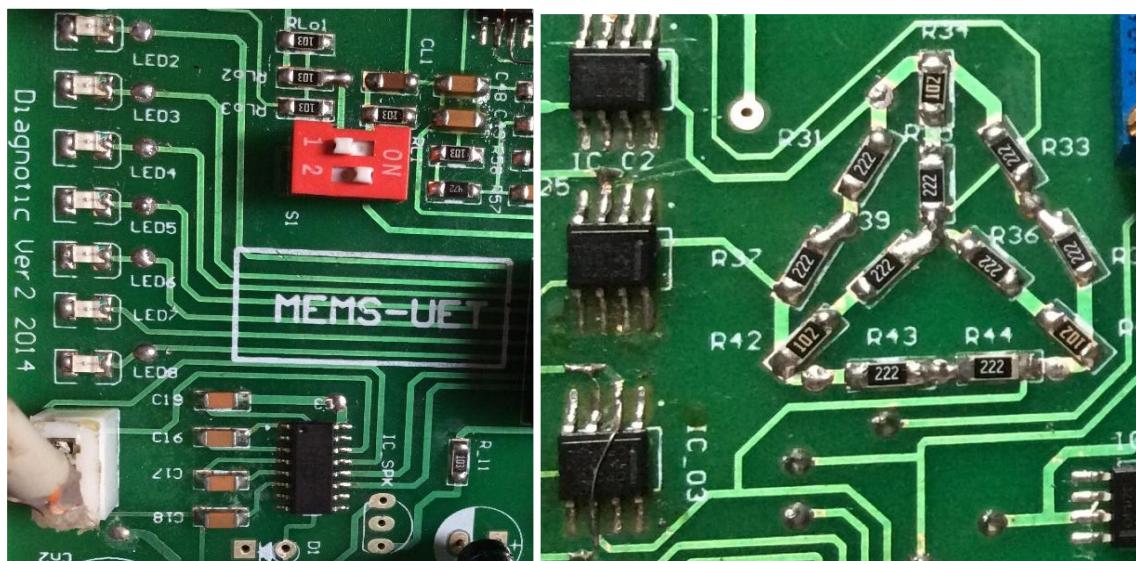
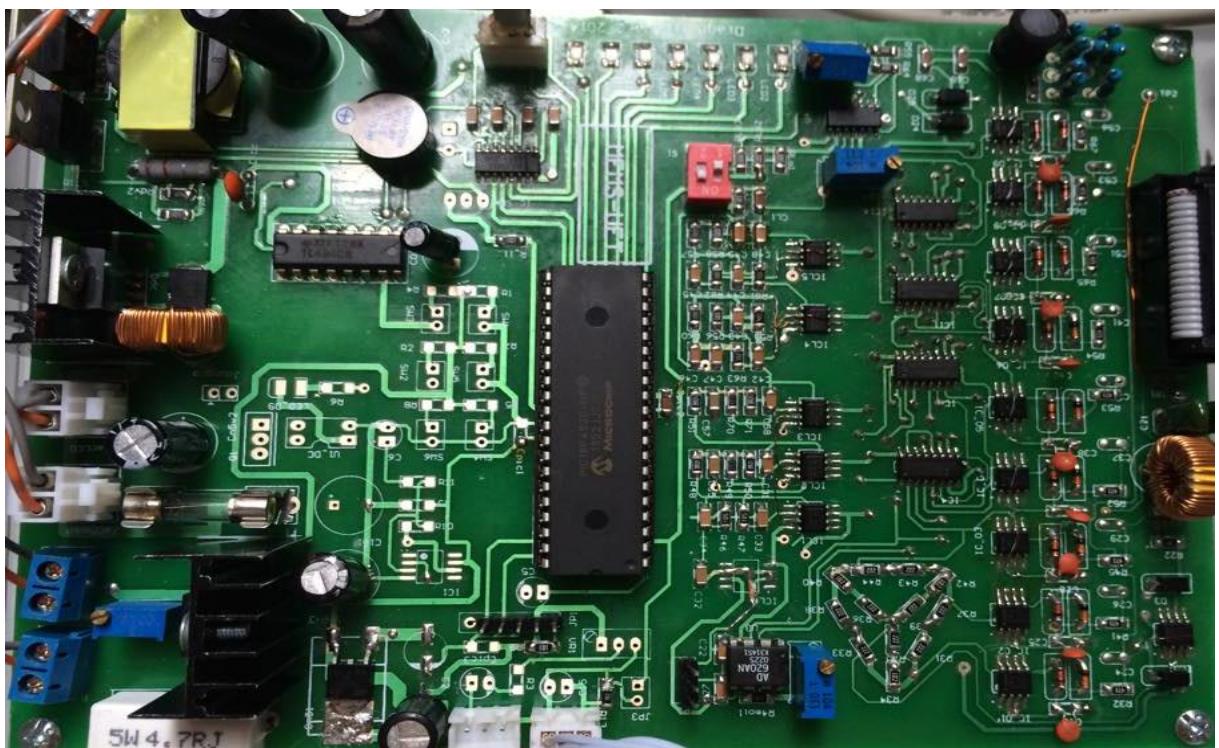
Cổng kết nối cáp điện
tim thông dụng



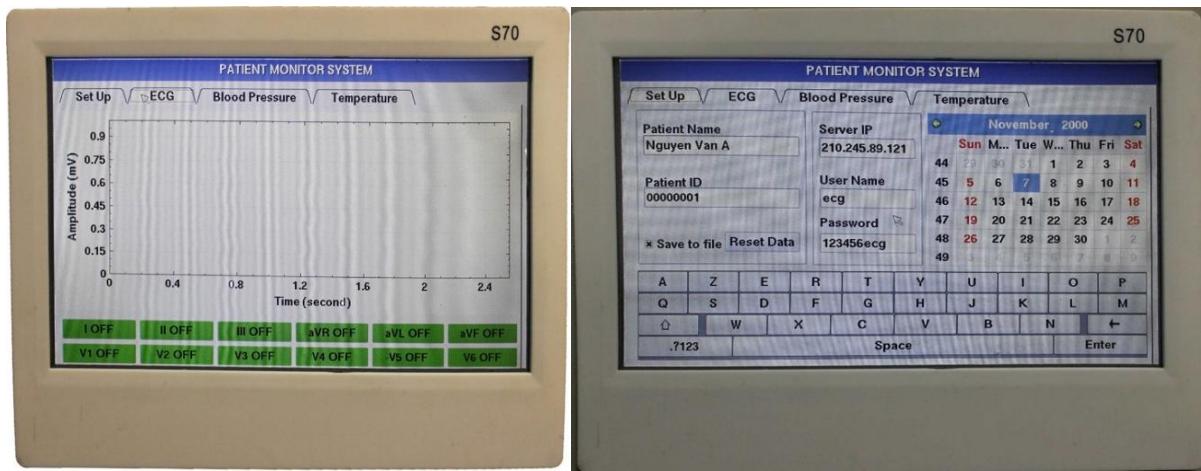
Các điện cực chi

Cáp dẫn và các điện cực ngực

Hình 3.1. Một số hình ảnh liên quan đến hệ thống đo điện tim



Hình 3.2. Hình ảnh thực tế của mạch

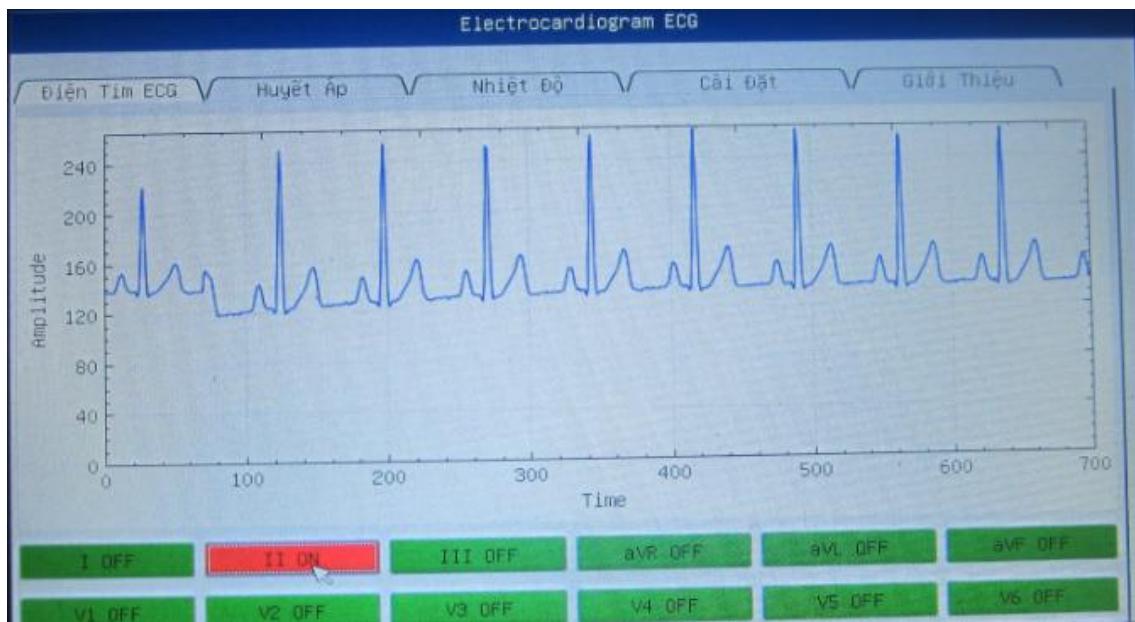


Hình 3.3. Một số giao diện của thiết bị

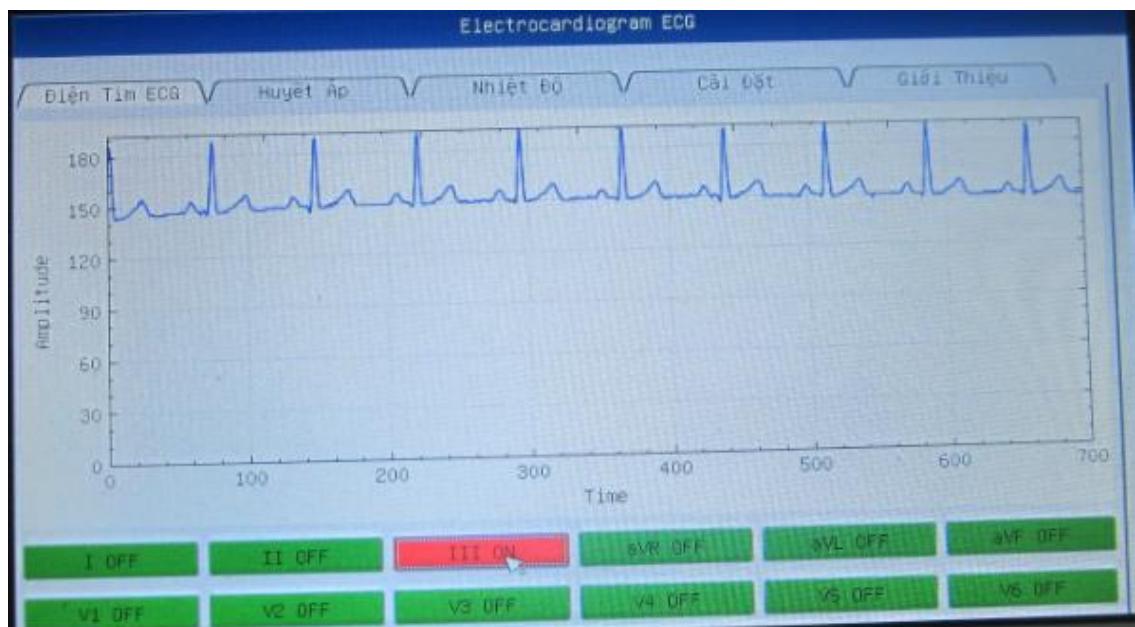
Chức năng của các khói lọc nhiễu và xử lý tín hiệu từ các điện cực các chuyên đạo được xác nhận hoạt động như thiết kế. Mạch vi xử lý đã chạy được các chức năng đã thiết kế như truyền thông RS232, xử lý ADC, phím bấm. Tín hiệu điện tim thu được từ các chuyên đạo LEAD I, LEAD II, LEAD III,, LEAD Avr, LEAD aVF, LEAD V1, LEAD V3, LEAD V4, LEAD V5, LEAD V6 được trình bày trong các hình 3.4 đến 3.13.



Hình 3.4. Giao diện đo tín hiệu điện tim – LEAD I



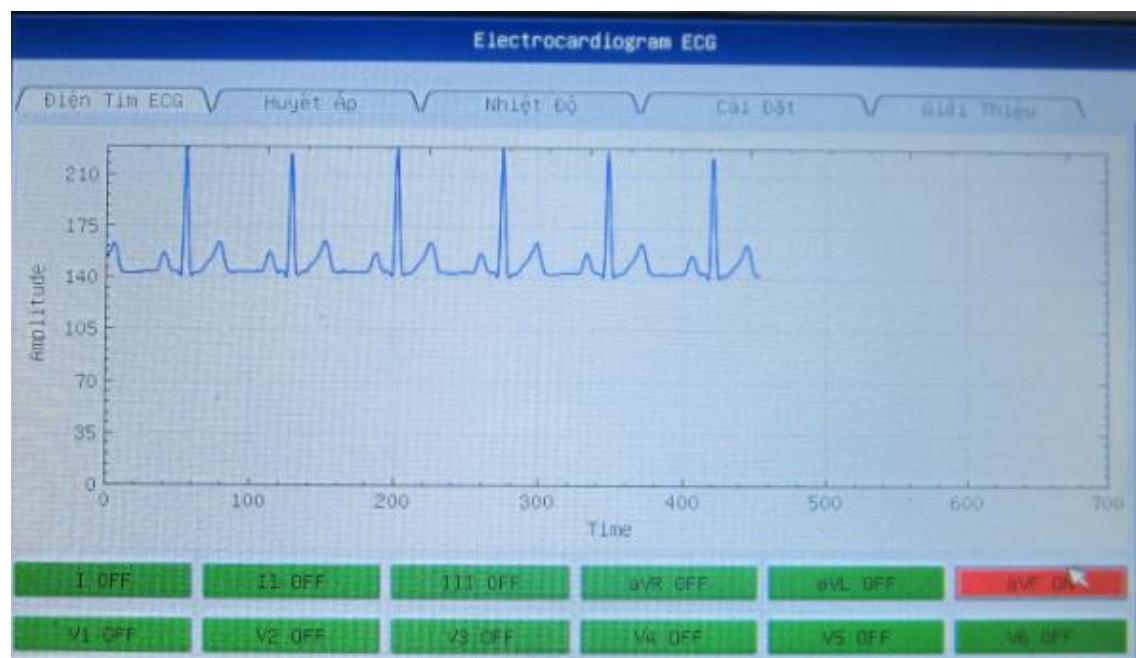
Hình 3.5. Giao diện đo tín hiệu điện tim – LEAD II



Hình 3.6. Giao diện đo tín hiệu điện tim – LEAD III



Hình 3.7. Giao diện đo tín hiệu điện tim – LEAD aVR



Hình 3.8. Giao diện đo tín hiệu điện tim – LEAD aVF



Hình 3.9. Giao diện đo tín hiệu điện tim – LEAD V1



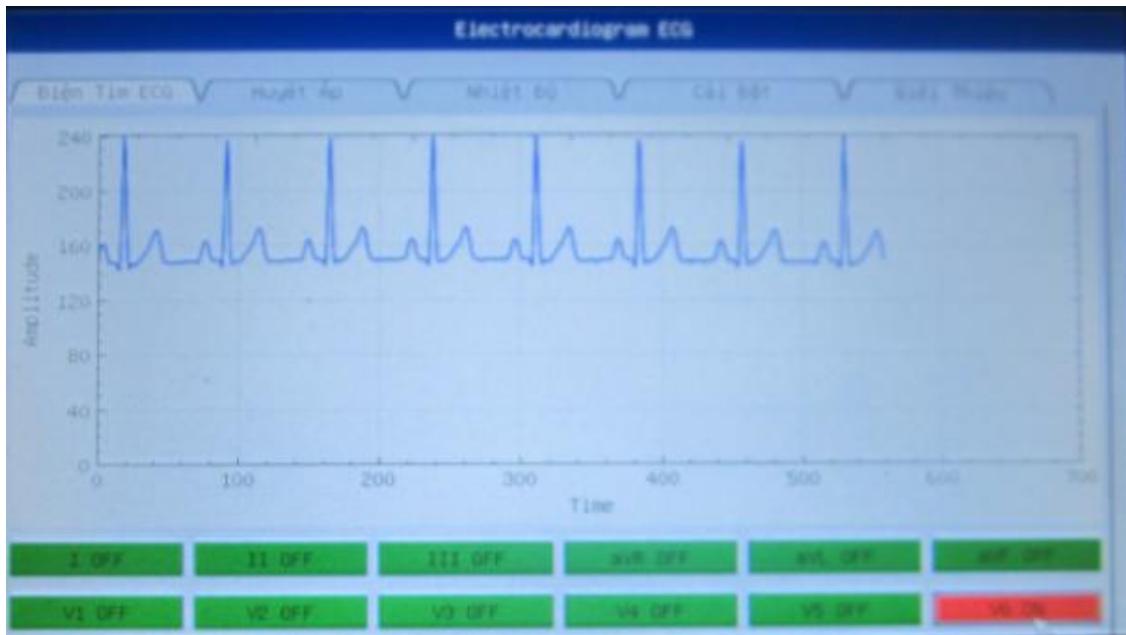
Hình 3.10. Giao diện đo tín hiệu điện tim – LEAD V3



Hình 3.11. Giao diện đo tín hiệu điện tim – LEAD V4



Hình 3.12. Giao diện đo tín hiệu điện tim – LEAD V5



Hình 3.13. Giao diện đo tín hiệu điện tim – LEAD V6

Có thể thấy tín hiệu thu được từ các chuyển đao là rõ ràng và các mạch điện xử lý tín hiệu đã hoạt động hiệu quả. Với những tín hiệu từ các chuyển đao này hoàn toàn có thể phục vụ cho công tác chuẩn đoán khám chữa bệnh của các bác sỹ. Ngoài ra những tín hiệu này có thể phục vụ tốt cho việc phát triển phần mềm nhúng phân tích phát hiện các triệu chứng của một số bệnh về tim như động mạch vành, dày tâm thất và dày tâm nhĩ.

3.2. Một số định hướng phát triển trong thời gian tới

Bên cạnh thiết bị phần cứng và một số phần mềm đã được xây dựng, học viên đề xuất một số nội dung cần thực hiện trong thời gian tới như sau:

- Phát triển các phần mềm nhúng có thêm các chức năng lọc và tiền xử lý tín hiệu
- Phát triển phần mềm hiển thị và tương tác với người dùng thông minh hơn
- Thủ nghiệm thiết bị đã chế tạo tại các cơ sở y tế để đánh giá hoạt động thực tế của thiết bị
- Phát triển phần mềm tự động phát hiện được một số triệu chứng bệnh đơn giản như động mạch vành, dày tâm thất và dày tâm nhĩ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

1. GS. TS.Trần Đỗ Trinh; ThS. Trần Văn Đồng, “Hướng dẫn đọc điện tim,” 2002.
2. Hoàng Mạnh Hà, “Các phương pháp thích nghi trong lọc nhiễu tín hiệu điện tim,” Luận án Tiến sĩ Toán học, Viện khoa học và công nghệ Việt Nam, 2011, tr.17-20
3. Quách Mỹ Phượng, “Thiết kế, chế tạo thiết bị đo ECG giao tiếp với máy tính,” Luận văn tốt nghiệp, Trường Đại học Bách khoa TP.HCM, 2006, tr10-41
4. Vĩnh Sơn, “Xây dựng hệ thống chẩn đoán điện tâm đồ,” Luận án thạc sĩ khoa học, Chuyên ngành tin học, Đại học Khoa học tự nhiên, ĐHQG TP.HCM, 2002, tr.5-31
5. Trần Văn Tùng, “Nghiên cứu, thiết kế, chế tạo hệ thống đo điện tim 12 chuyển đạo kết nối với máy tính nhúng,” Khoa luận tốt nghiệp, Trường Đại học Công nghệ, Đại học Quốc gia Hà Nội, 2015.
6. Nguyễn Văn Triệu, “Nghiên cứu, thiết kế, chế tạo hệ thống đo điện tim 12 chuyển đạo,” Khoa luận tốt nghiệp, Trường Đại học Công nghệ, Đại học Quốc gia Hà Nội, 2014.
7. Đoàn Mạnh Tuân, “Nghiên cứu, thiết kế, chế tạo máy điện tim đồ,” Khoa luận tốt nghiệp, Trường Đại học Công nghệ, Đại học Quốc gia Hà Nội, 2013.
8. Cao Xuân Hiệp, “Nghiên cứu, thiết kế, chế tạo hệ thống theo dõi tín hiệu điện tim,” Đề án tốt nghiệp, Trường Đại học Công nghệ, Đại học Quốc gia Hà Nội, 2013.
9. Trần Như Chí, “Nghiên cứu phân tích và viết chương trình phát hiện một số bệnh dựa trên tín hiệu điện tim,” Khoa luận tốt nghiệp, Trường Đại học Công nghệ, Đại học Quốc gia Hà Nội, 2016.

Tiếng Anh

10. Anwar Vahed, “3-Lead wireless ECG,” Electronic Design Project, 2005, pp. 9-20
11. Christopher M.Teledero, Mary Anne D.Raya, Luis G.Sison, “Design and implementation of a single channel ECG amplifier with DSP port processing in Matlab,” Instrumentation, Robotics, and Controls Laboratory University of the Philippines, Diliman, Quezon City, pp.1-4
12. Daniel Paulus, Thomas Meier, “ECG-Amplifier,” MB Jass 2009

13. Don Gourdine, Henry Tsai, Oluwasanmi, Koyejo, "ECG miniature Holter moniter," Senior project report, 2004, pp. 6-9
14. M. Chrapala, "Design of Hardware for an Electrocardiogram Analyzer," McMaster University, 2010, pp.16-41
15. Stéphane Henrion, "Biomedical signal processing and analysis", U-R-Safe, IST-2001-33352

Datasheet

16. AD620 datasheet; OP07 datasheet; TL084 datasheet; CD4051 datasheet
<http://www.alldatasheet.com/>
<http://www.healthcare.philips>
<http://www.fukuda.co.jp>
<http://www.omronhealthcare.com/>
<http://am.renesas.com/applications/healthcare/index.jsp>
www.maximic.com/medical
<http://www.freescale.com/>