

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI**

LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC

**XÂY DỰNG PHẦN MỀM CHƯƠNG TRÌNH
TẠO RA CÁC DẠNG XUNG ĐIỀU TRỊ
DÙNG TRONG VẬT LÝ TRỊ LIỆU**

NGÀNH: XỬ LÝ THÔNG TIN

MÃ SỐ:

PHẠM NGỌC TIẾN

Người hướng dẫn khoa học: PGS.TS NGUYỄN ĐỨC THUẬN

Hà Nội 2007

LỜI CAM ĐOAN

Tôi tên là: Phạm Ngọc Tiến,

Học viên Cao học ngành Xử lý thông tin của Trường Đại Học Bách
Khoa Hà Nội, khóa 2005 – 2007.

Tôi xin cam đoan về luận văn “ XÂY DỰNG PHẦN MỀM CHƯƠNG
TRÌNH TẠO CÁC DÒNG XUNG ĐIỀU TRỊ DÙNG TRONG VẬT LÝ TRỊ
LIỆU ”, do tôi trực tiếp nghiên cứu và thực hiện dưới sự hướng dẫn của **PGS.
TS Nguyễn Đức Thuận**.

Tôi xin chịu hoàn toàn chịu trách nhiệm về Đồ án trên.

Hà Nội, tháng 11/2007

Phạm Ngọc Tiến

MỤC LỤC

DANH MỤC HÌNH VẼ	5
MỞ ĐẦU	7
CHƯƠNG I: CÁC DÒNG ĐIỆN XUNG	8
TẦN SỐ THẤP	8
I.1. ĐỊNH NGHĨA	8
I.2. ĐẶC ĐIỂM KỸ THUẬT	9
I.2.1 Dạng xung	9
I.2.2 Tần số dòng	11
I.2.3 Biên độ dòng	12
I.2.4 Cách pha trộn xung	12
I.3. ĐẶC TÍNH SINH LÝ	13
I.3.1 Phản ứng cơ thể đối với các dòng điện xung	13
I.3.2 Tác dụng sinh lý	17
I.4. CÁC DÒNG ĐIỆN XUNG THÔNG DỤNG	20
I.4.1. Dòng điện xung hình chữ nhật và dòng điện xung hình tam giác	20
I.4.2. Dòng điện xung hình lưỡi cày	22
I.4.3. Dòng điện xung hình sin (dòng Dydynamic, dòng Bernard)	24
I.4.4. Dòng điện xung 2-5 (Trabert, dòng Ultra-Zeir)	26
I.4.5. Dòng điện xung giao thoa	28
I.4.6. Dòng TENS	33
I.4.7. Dòng kích thích Nga	38
I.4.8. Dòng 1 chiều tần số 8kHz	39
CHƯƠNG II: PHƯƠNG ÁN THIẾT KẾ	41
II.1. CÁC DẠNG XUNG ĐƯỢC LỰA CHỌN THIẾT KẾ	41
II.1.1. Dạng sóng biến điệu chu kì dài (LP)	41
II.1.2. Dạng sóng biến điệu chu kì ngắn (CP)	42
II.1.3. Dạng sóng 2 pha cố định (DF)	42
II.1.4. Dạng sóng 1 pha cố định (MF)	42
II.1.5. Dạng sóng Faradism	43
II.1.6. Dạng sóng TENS 2 pha không đối xứng (BF.ASYM)	43
II.1.7. Dạng sóng TENS 2 pha đối xứng (BF.SYM)	43
II.1.8. Dạng sóng TENS 2 pha đối xứng có điều biên (BF.SYM-AM)	44
II.1.9. Dạng sóng TENS 2 pha không đối xứng có điều biên tần số (BF.SYM-FM)	44
II.1.10. Dạng sóng TENS 2 pha không đối xứng dạng chùm (TENS BF.ASYM-burst)	44
II.1.11. Dạng sóng tần số trung bình MF có điều chế biên độ (MF-AM)	45
II.1.12. Dạng sóng tần số trung bình kết hợp điều chế biên độ và tần số	45
II.2. CÁC CHẾ ĐỘ ĐIỀU TRỊ ĐƯỢC LỰA CHỌN THIẾT KẾ	45
II.2.1. Superficial pain (dia)	46
II.2.2. Neurogenic	47
II.2.3. Acute phase (MF)	47
II.2.4. Subacute phase (MF)	48
II.2.5. Chronic phase (MF)	49
II.2.6. Acute phase (TENS)	50
II.2.7. Subacute phase (TENS)	50
II.2.8. Chronic phase (TENS)	51

II.2.9.	Subacute phase 2 (TENS).....	51
II.2.10.	Super ficial circulation improvement (dia).....	52
II.2.11.	Circulation improvement (TENS)	53
II.2.12.	Muscle stimulation (Faradism).....	53
II.2.13.	Muscle Stimulation (TENS)	54
II.2.14.	Epicondilitis (TENS)	54
II.3.	XÂY DỰNG MODUL PHẦN CỨNG.....	54
II.3.1.	Sơ đồ khối của modul tạo sóng và nguyên lý làm việc.	54
II.3.2.	Modul tạo sóng cơ bản	58
II.3.3.	Modul tạo sóng dạng đường bao	59
II.3.4.	Sơ qua về các linh kiện sử dụng trong Modul tạo sóng.....	59
II.3.4.1.	Chip vi điều khiển AT89C51.....	59
II.3.4.2.	Bộ chuyển đổi số - tương tự	66
II.3.4.3.	IC nhân tín hiệu tương tự (AD534)	70
	CHƯƠNG III: XÂY DỰNG CHƯƠNG TRÌNH TẠO CÁC DẠNG SÓNG.....	72
III.1.	MÔ HÌNH CÔNG VIỆC	72
III.1.1.	Dạng sóng cần thiết kế.....	72
III.1.2.	Tính toán tần số f , chu kì T.....	73
III.1.3.	Lựa chọn 1 chu kì cơ bản của dạng sóng.....	75
III.1.4.	Lấy mẫu trên chu kì cơ bản	77
III.1.5.	Lượng tử hóa	78
III.1.6.	Số hóa tín hiệu	80
III.1.7.	Xây dựng phần mềm trung gian	81
III.1.8.	Nạp cơ sở dữ liệu vào chip tạo sóng.....	82
III.2.	XÂY DỰNG PHẦN MỀM CHƯƠNG TRÌNH.....	82
III.2.1	Modul chương trình cho khối tạo dạng sóng đường bao.....	84
III.2.2	Modul chương trình cho khối tạo dạng sóng cơ bản	88

DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1. 1: Các dòng xung điện	8
Hình 1. 2: Các dạng xung	9
Hình 1. 3: Các giai đoạn xung	10
Hình 1. 4: Sự thay đổi dạng đối với 1 kiểu xung điện	10
Hình 1. 5: Biên độ dòng	12
Hình 1. 6: Vùng có hiệu lực điều trị	14
Hình 1. 7: Đường đi của các dòng xung	16
Hình 1. 8: Các dòng điện xung chữ nhật	20
Hình 1. 9: Dòng Faradic	21
Hình 1. 10: Dòng điện xung hình lưỡi cày	23
Hình 1. 11: Dòng điện xung hình sin	24
Hình 1. 12: Xung 2 – 5	27
Hình 1. 13: Bốn vị trí đặt điện cực của Traberrt	27
Hình 1. 14: Giao thoa của 2 dòng xoay chiều khác tần số	28
Hình 1. 15: Tần số điều biến và khoảng điều biến	30
Hình 1. 16: Một số chương trình điều biến	31
Hình 1. 17: Độ sâu điều biến	31
Hình 1. 18: Xung chữ nhật	34
Hình 1. 19: Dòng kích thích Nga	38
Hình 2. 1: Dạng sóng LP	41
Hình 2. 2: Dạng sóng CP	42
Hình 2. 3: Dạng sóng DF	42
Hình 2. 4: Dạng sóng MF	42
Hình 2. 5: Dạng sóng Faradism	43
Hình 2. 6: Dạng sóng TENS(BF.ASYM)	43
Hình 2. 7: Dạng sóng TENS(BF.SYM)	43
Hình 2. 8: Dạng sóng TENS(BF.SYM-AM)	44
Hình 2. 9: Dạng sóng TENS(BF.SYM-FM)	44
Hình 2. 10: Dạng sóng Burst -TENS	44
Hình 2. 11: Dạng sóng MF-AM	45
Hình 2. 12: Dạng sóng MF-AM&FM	45
Hình 2. 13: Dạng sóng DF	46
Hình 2. 14: Dạng sóng LP	46
Hình 2. 15: Dạng sóng LP đảo cực	46
Hình 2. 16: Dạng sóng CP	47
Hình 2. 17: Dạng sóng CP đảo cực	47
Hình 2. 18: Dạng sóng MF 10kHz	48
Hình 2. 19: Dạng sóng MF 10kHz biến tần	48
Hình 2. 20: Dạng sóng MF 6kHz	48
Hình 2. 21: Dạng sóng MF 6kHz	49
Hình 2. 22: Dạng sóng MF 4kHz	49
Hình 2. 23: Dạng sóng MF 4kHz biến tần	49
Hình 2. 24: Dạng sóng TENS BF.ASYM	50

Hình 2. 25: Dạng sóng TENS BF.ASYM biến tần.....	50
Hình 2. 26: Dạng sóng TENS BF.ASYM	50
Hình 2. 27: Dạng sóng TENS -BF.ASYM biến tần	51
Hình 2. 28: Dạng sóng TENS-BF.ASYM	51
Hình 2. 29: Dạng sóng Burst - TENS	51
Hình 2. 30: Dạng sóng Burst TENS	52
Hình 2. 31: Dạng sóng TENS BF.ASYM	52
Hình 2. 32: Dạng sóng CP	52
Hình 2. 33: Dạng sóng CP đảo cực.....	53
Hình 2. 34: Dạng sóng TENS(BF.SYM).....	53
Hình 2. 35: Dạng sóng Faradism	53
Hình 2. 36: Dạng sóng TENS(BF.SYM) có điều biên	54
Hình 2. 37: Dạng sóng TENS(BF.SYM) có điều tần	54
Hình 2. 38: Sơ đồ khối thiết kế modul phân cứng.....	55
Hình 2. 39: Dạng sóng TENS(BF.SYM) có điều biên	56
Hình 2. 40: Nhịp co giãn biên độ.....	57
Hình 2. 41: Cách xây dựng các dạng sóng có điều biên.....	57
Hình 2. 42: Sơ đồ chi tiết khối tạo dạng sóng cơ bản.....	58
Hình 2. 43: Sơ đồ chân chip AT89C51	60
Hình 2. 44: Sơ đồ chân của DAC 0808	67
Hình 2. 45: Sơ đồ ghép nối chip vi điều khiển với DAC	68
Hình 2. 46: Mạch test dòng ra của DAC0808	70
Hình 2. 47: Sơ đồ mạch cho IC nhận tín hiệu tương tự.....	71
Hình 3. 1: Mô hình xây dựng các dạng sóng cần thiết kế	72
Hình 3. 2: Dạng sóng DF.....	73
Hình 3. 3: Dạng sóng TENS(BF.ASYM) có biến tần	74
Hình 3. 4: Nhịp biến điệu tần số.....	74
Hình 3. 5: Dạng sóng TENS(BF.SYM) điều biến biên độ	74
Hình 3. 6: Nhịp biến điệu biên độ	75
Hình 3. 7: Dạng sóng DF.....	75
Hình 3. 8: Một chu kì cơ bản của dạng sóng DF.....	75
Hình 3. 9: Dạng sóng TENS(BF.SYM) điều biến biên độ	76
Hình 3. 10: 1 chu kì cơ bản của dạng sóng TENS(BF.SYM)	76
Hình 3. 11: Chu kì cơ bản của dạng sóng đường bao.....	77
Hình 3. 12: Dạng sóng DF	77
Hình 3. 13: 1 chu kì cơ bản của dạng sóng DF.....	78
Hình 3. 14: Lấy mẫu trên 1 chu kì.....	78
Hình 3. 15: Quá trình lượng tử hóa	79
Hình 3. 16: Giao diện phần mềm lập trình Keil C.....	83
Hình 3. 17: Viết chương trình cho khối tạo dạng đường bao	84
Hình 3. 18: Thiết kế chương trình cho khối tạo dạng sóng cơ bản.....	88

MỞ ĐẦU

Như chúng ta biết thực trạng trang thiết bị y tế của nước ta hiện nay là rất hạn chế và không thể đáp ứng nhu cầu ngày càng lớn về nhu cầu điều trị và chăm sóc sức khỏe cộng đồng. việc nhập về các máy rất đắt tiền đôi khi cũng không giải quyết được một cách triệt để nhu cầu do tình trạng bệnh lí rất đa dạng của người dân và khả năng sử dụng các trang thiết bị đôi khi không tận dụng được một cách hiệu quả.

Việc tự chế tạo các trang thiết bị điều trị ở trong nước đã được tiến hành và đang có xu hướng ngày càng phát triển vì giá thành phù hợp và hiệu quả sử dụng cao có thể đáp ứng nhu cầu điều trị cho một số lượng lớn người bệnh.

Hiện nay một trong các phương pháp điều trị hiệu quả, an toàn, giá thành thấp phục vụ đông đảo bệnh nhân nghèo các tuyến tỉnh và huyện đó là điều trị bằng dòng điện xung với việc sử dụng kết hợp nhiều dạng sóng điều trị tại khoa vật lý trị liệu. Trung tâm Điện tử Y sinh học đã tiến hành khảo sát, nghiên cứu và chế tạo thành công máy điều trị điện xung tần số thấp **BK- $\mathcal{E}$ T2**, là một trong những thành viên tham gia trong quá trình nghiên cứu và chế tạo thành công máy điều trị điện xung **BK- $\mathcal{E}$ T2**, nay em làm đồ án thạc sĩ với tên đề tài: XÂY DỰNG PHẦN MỀM CHƯƠNG TRÌNH TẠO CÁC DÒNG XUNG ĐIỀU TRỊ DÙNG TRONG VẬT LÝ TRỊ LIỆU để trình bày mục đích, lí do và toàn bộ quá trình thiết kế cũng như ứng dụng và triển khai thực tiễn trên máy điều trị điện xung **BK- $\mathcal{E}$ T2**.

CHƯƠNG I: CÁC DÒNG ĐIỆN XUNG

TẦN SỐ THẤP

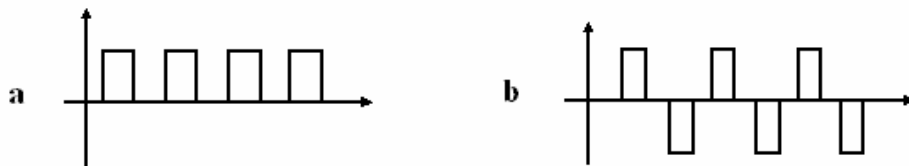
I.1. ĐỊNH NGHĨA

Dòng điện xung là do nhiều xung điện liên tiếp tạo nên.

Các *xung điện* là do một dòng điện không duy trì liên tục, mà chỉ tồn tại trong những khoảng thời gian rất ngắn, xen kẽ bởi các khoảng nghỉ không có của dòng điện.

Tên của dòng điện xung được gọi theo tên của xung điện hoặc theo cách mà người ta tạo ra dòng điện hoặc đơn giản là gọi theo tên của tác giả tìm ra dòng điện xung đó.

Theo chiều hướng vận động của dòng điện ta có thể có các dòng điện xung một chiều và dòng xung xoay chiều.



Hình 1. 1: Các dòng xung điện

a. *Xung một chiều*

b. *Xung xoay chiều*

I.2. ĐẶC ĐIỂM KỸ THUẬT

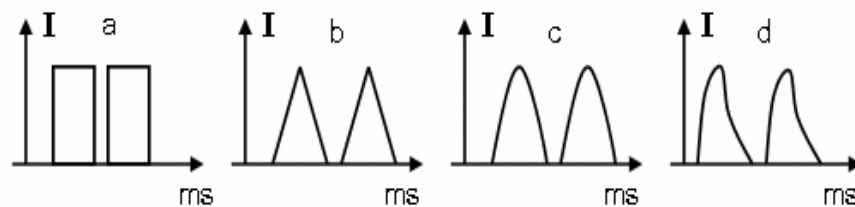
Một dòng điện xung được cấu thành từ các yếu tố cơ bản sau đây:

- Dạng xung tạo nên dòng xung đó.
- Tần số dòng
- Biên độ dòng
- Cách pha trộn xung (điều biến xung).

I.2.1 Dạng xung

Một xung điện có những tham số cơ bản sau đây:

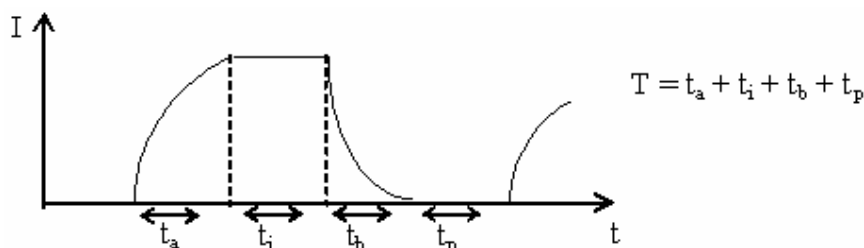
- Hình thể xung: có dạng xung chính là xung vuông (chữ nhật), xung gai nhọn (tam giác), xung hình sin, xung lưỡi cày. Hình thể xung quyết định tính chất kích thích của một xung điện. Những xung có độ dốc lớn (xung vuông, xung gai) có khả năng kích thích mạnh các cơ còn chi phối thần kinh tốt, trong khi xung có độ dốc thấp (xung lưỡi cày) phù hợp hơn với những cơ đã bị giảm hoặc mất chi phối thần kinh. Xung hình sin là dạng trung gian giữa 2 loại trên, có tác dụng điều hoà rất tốt.



Hình 1. 2: Các dạng xung

a- Xung vuông; b- Xung gai ;
c- Xung hình sin ; d- Xung lưỡi cày

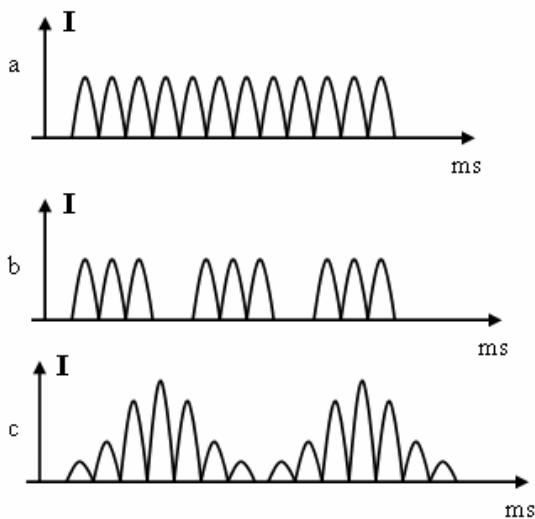
- Thời gian xung: bao gồm thời gian dốc lên (t_a), thời gian duy trì (t_i), thời gian xuống (t_b) và khoảng nghỉ (t_p) tiếp theo cho tới khi bắt đầu một xung mới. Tổng hợp các yếu tố trên tạo thành một chu kỳ xung (T).



Hình 1. 3: Các giai đoạn xung

Biên độ xung: là độ lớn của một xung điện, phản ánh khả năng kích thích mạnh, nhẹ của xung.

- Dòng điện xung có thể liên tục, đều về biên độ, tần số hoặc ngắt quãng, có biến điệu tần số hay biên độ (hình 2.4).



Hình 1. 4: Sự thay đổi dạng đối với 1 kiểu xung điện

- a. Dòng điện xung liên tục đều
- b. Dòng điện xung ngắt quãng
- c. Dòng điện xung biến điệu biên độ.

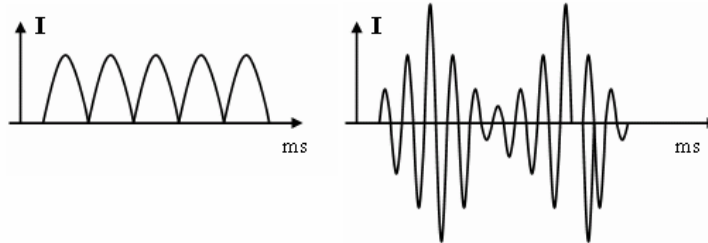
Kết hợp các yếu tố hình thể, thời gian và biên độ xung sẽ quyết định lượng điện tích truyền tải từ một xung điện tới tổ chức cơ thể (tác dụng trên dinh dưỡng), cũng như tính chất và khả năng kích thích của nó. Có thể thấy rằng dạng xung hình sin là dạng đáp ứng được đầy đủ nhất các tiêu chuẩn trên đây, nó vừa có tác dụng trên cảm giác, trên cơ co, vừa có tác dụng trên dinh dưỡng; đồng thời có thể kích thích được cả các tổ chức bình thường cũng như các tổ chức mà khả năng phản ứng đã bị giảm sút, nhờ có độ dốc lên và dốc xuống giữ được vừa phải và tăng giảm từ từ, bởi vậy nó là dạng xung thông dụng nhất trong ứng dụng lâm sàng.

I.2.2 Tần số dòng

Là số chu kỳ xuất hiện trong khoảng thời gian 1 giây (đơn vị tính bằng Hz). Mỗi một dòng điện xung có một kiểu tần số đặc trưng riêng, phản ánh tính chất tác dụng đặc thù của loại dòng đó. Tần số dòng có thể thay đổi từ một vài xung cho tới vài ngàn xung trong một giây. Tuy nhiên, khi tần số từ trên 3.000Hz thì tác dụng của các tần số không còn khác nhau nữa, do tổ chức cơ thể không kịp đáp ứng với những thay đổi quá nhanh về dòng (ức chế Wedensky).

Nhưng dòng điện xung có tần số dưới 1.000 Hz được gọi là dòng điện xung tần số thấp. Những dòng điện xung có tần số từ trên 1.000Hz đến 10.000Hz được gọi là dòng điện xung tần số trung bình.

I.2.3 Biên độ dòng



Hình 1. 5: Biên độ dòng

*a- Dòng DF là dòng có biên độ ổn định
trong suốt quá trình tồn tại*

*b- Dòng giao thoa là dòng có biên độ
biến đổi theo nhịp (dòng AMF)*

Là biên độ của tất cả các xung tạo nên dòng điện xung. Biên độ dòng có thể ổn định trong suốt quá trình tồn tại dòng xung hoặc biến đổi theo những nhịp đã định trước.

I.2.4 Cách pha trộn xung

Chúng ta đều biết rằng nếu chỉ duy trì một dạng kích thích đơn điệu, thì sẽ nhanh chóng dẫn đến tình trạng thích ứng (hiện tượng quen dòng) của cơ thể. Điều biến xung (pha trộn về tần số và biên độ xung) sẽ tạo nên một sự đa dạng về kích thích, chống quen và làm tăng cường hiệu quả tác dụng của các dòng điện xung.

Hiện nay, trong thực hành vật lý trị liệu có những dòng điện xung sau đây:

- Dòng xung vuông (dòng Ledue)
- Dòng xung gai nhọn (dòng Faradie)

- Dòng xung lưỡi cày (dòng Lapie, dòng Exponentiel)
- Dòng xung hình sin (dòng Bernard, dòng Diadynamic)
- Dòng 2-5 của trabert (dòng Ultra-reiz)
- Dòng giao thoa (dòng Nemec, dòng Interferentiel)
- Dòng kích thích Nga (Russian stim)
- Dòng TENS
- Dòng một chiều tần số 8000Hz.

I.3. ĐẶC TÍNH SINH LÝ

I.3.1 Phản ứng cơ thể đối với các dòng điện xung

Ngưỡng và hiện tượng quen dòng: tác dụng của một dòng điện xung đối với cơ thể khoẻ mạnh bao giờ bao giờ cũng trải qua 3 giai đoạn sau đây:

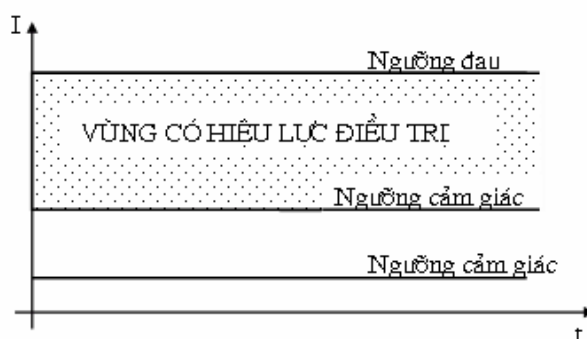
- *Giai đoạn cảm giác:* là những đáp ứng đầu tiên rất nhanh sau khi thiết lập điện trường trong tổ chức cơ thể. Lúc này cường độ dòng còn rất thấp, chỉ còn một vài ma. người bệnh có cảm giác râm ran như kiến bò trên mặt da, rồi rõ dần như kim châm chích. Giai đoạn này sẽ qua nhanh nếu cường độ dòng tiếp tục tăng lên.

- *Giai đoạn co cơ:* khi cường độ dòng đủ mạnh sẽ tạo ra đáp ứng co cơ từ mức độ nhẹ đến mạnh mà người bệnh có thể cảm thấy rất rõ, giống như cơ được rung lên theo nhịp của dòng điện. mặt khác, người kỹ thuật viên điều trị cũng có thể nhận thấy hiện tượng co rút cơ bằng cách nhìn hoặc sờ trực tiếp vào vùng điều trị, sẽ thấy cơ co rút vòng lên theo nhịp dòng điện xung.

- *Giai đoạn đau:* là biểu hiện đáp ứng quá mức đối với dòng khi cường độ vượt quá giới hạn cho phép. Từ những co rút êm dịu đã chuyển thành cảm

giác xoắn vặn cơ, gây đau thắt khó chịu và có thể dẫn tới những tác dụng phụ khó lường trước được. Bởi vậy, đau là biểu hiện cần tránh trong quá trình điều trị.

Các giai đoạn đáp ứng trên đây được gọi là “ngưỡng” của tổ chức cơ thể đối với dòng điện xung, là một quy luật chung cho tất cả mọi loại dòng điện xung, không phụ thuộc vào các thông số kỹ thuật của dòng. Tuy nhiên, mức độ biểu hiện đáp ứng lại tùy theo cảm ứng riêng của từng người và từng tình trạng bệnh lý của tổ chức cơ thể.



Hình 1. 6: Vùng có hiệu lực điều trị

Các ngưỡng điện xung liên tục tăng lên trong quá trình điều trị. Điều này phản ánh một đặc tính cơ bản của tổ chức cơ thể, đó là hiện tượng thích nghi (hay quen) với một tác nhân kích thích ngoại lai (ở đây là tác nhân điện), xảy ra rất nhanh chóng sau khi bắt đầu điều trị, đặc biệt đối với những dòng có tần số cao (dòng có tần số trung bình). Hiện tượng thích nghi làm cho tác dụng của dòng xung điện bị giảm sút, là một vấn đề cần phải khắc phục trong thực hành điều trị.

Có một số biện pháp cơ bản để tránh quen thường áp dụng là:

- Liên tục tăng cường độ dòng theo nhiều nấc để duy trì mức cường độ trong phạm vi từ trên ngưỡng cảm giác tới ngưỡng đau. Đây chính là phạm vi cường độ có hiệu quả điều trị tốt nhất (cong gọi là “khoảng hiệu lực điều trị”).

- Điều biến xung bằng cách phối hợp xen kẽ các nhóm xung tần có số khác nhau (dòng CP, dòng LP, dòng giao thoa), ngắt quãng bằng những khoảng nghỉ không có dòng (nhịp thể dục, dòng Burst - TENS, dòng kích thích nga), tạo biên độ dòng theo nhịp (dòng AMF, dòng uốn sóng-surge...)

- Giới hạn thời gian điều trị là một biện pháp đơn giản và có hiệu quả, phần nào phụ thuộc vào ý thức chủ quan của người kỹ thuật viên điều trị. Cần khắc phục tâm lý phải kéo dài thời gian điều trị thì mới có nhiều hiệu quả. thực tế ngoài một số ít dòng cần có thời gian điều trị tương đối dài (như dòng TENS), nói chung thời gian cho một lần điều trị thường không quá 10 phút (trung bình từ 4-6 phút), một đợt điều trị không quá 10 ngày, nếu cần phải điều trị nhiều đợt thì phải cách nhau từ 3 đến 4 tuần.

- *Phản ứng với dòng một chiều và dòng xoay chiều*: khác biệt chủ yếu là ở chỗ dòng một chiều gây ra tác dụng điện phân dưới các điện cực (tác dụng galvanie), trong khi dòng xoay chiều không gây tác dụng đó. cường độ càng cao, tác dụng điện phân càng nhiều và càng gây đau. điều này sẽ làm cho cường độ dòng một chiều bị hạn chế. với dòng xoay chiều, vấn đề này không xảy ra, bởi vậy có thể đặt cường độ cao hơn rất nhiều mà vẫn không bị đau. điều này đặc biệt có lợi trong điều trị trong kích thích cơ, là nơi cần có cường độ dòng cao hơn.

Một khác biệt nữa giữa dòng một chiều và dòng xoay chiều là tính phân cực. với dòng xoay chiều, các điện cực không có cực tính. Nếu dùng hai điện cực có cùng kích thước thì tác dụng dưới cả hai điện cực đều như nhau, các điện cực đều có thể dùng làm điện cực kích thích. Với dòng một chiều, các

điện cực có cực tính, nghĩa là có cực âm và cực dương. Có sự khác nhau về tác dụng dưới các điện cực. điện cực âm kích thích mạnh hơn, do đó thường được dùng làm điện cực tác dụng.

- *Phản ứng với dòng tần số thấp và dòng tần số trung bình:* chúng ta đều biết điện trở da chia làm hai loại:

- Trở kháng (r_0): phụ thuộc vào tần số dòng và có giá trị tương đối ổn định là 1000 ohm (Ω).
- Dung kháng (r_0): là điện trở biến đổi tùy theo dung tích của lớp tổ chức nông và tần số dòng. dung kháng sẽ giảm đi khả năng tần số dòng. mối quan hệ giữa tần số và dung kháng được thể hiện qua công thức sau:

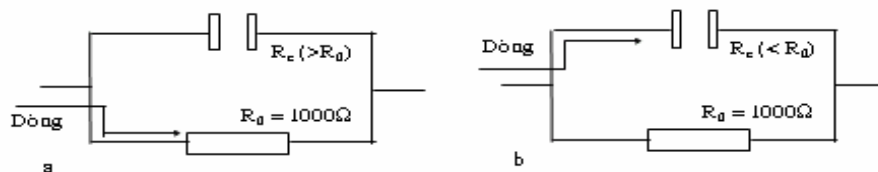
Trong đó: r_c : dung kháng

f : tần số dòng

c : dung tích tổ chức

$$R_c = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot c}$$

Dòng có tần số thấp (chẳng hạn 50Hz) sẽ đáp ứng với RC khoảng 3200 Ω . Theo luật thì dòng sẽ đi theo con đường có điện trở thấp nhất. Do đó nó sẽ đi theo con đường trở kháng. điện trở này khá lớn, do đó tác dụng sẽ xảy ra trên bề mặt nông, gây kích thích da rất mạnh.



Hình 1. 7: Đường đi của các dòng xung

a- Đường đi của dòng xung tần số thấp

b- Đường đi của dòng xung tần số trung bình

Dòng có tần số trung bình (chẳng hạn 4000Hz) sẽ đáp ứng với r_c khoảng 39,8 Ω . Theo luật trên, nó sẽ đi theo con đường dung kháng. Vì điện trở này rất thấp, nên dòng đi qua rất dễ dàng và sẽ vào tới các lớp tổ chức sâu hơn, mà chỉ kích thích da rất ít.

Như vậy, tần số kích thích da mạnh, tác dụng nông, tần số trung bình kích thích da ít, tác dụng sâu.

I.3.2 Tác dụng sinh lý

Khi một dòng điện xung tác dụng vào tổ chức cơ thể thì các cơ quan cảm thụ nằm trong da, cơ và các tổ chức có dòng điện chạy qua sẽ được hưng phấn và dẫn đến các đáp ứng phản xạ tiếp theo như giãn mạch, tăng tuần hoàn, dinh dưỡng chuyển hoá... của tổ chức cơ thể.

Sự thay đổi đột ngột cường độ của các xung điện sẽ dẫn tới những co rút cơ không theo ý muốn. tùy theo nhịp độ dòng mà co rút cơ thể từng cái một hoặc thành chuỗi co rút liên tục. kèm theo sự co rút cơ là sự tăng cường các phản ứng oxy hóa – khử và tiêu thụ glycogen.

Đối với tổ chức thần kinh, sau sự hưng phấn ban đầu nếu tác dụng dòng điện tiếp tục kéo dài thì cơ thể sẽ phản ứng lại bằng hiện tượng giảm hưng phấn, thậm chí đi đến ức chế dẫn truyền xung động từ ngoại vi vào trung ương, làm cho da mất cảm giác. tác dụng hưng phấn hay ức chế còn phụ thuộc vào một số yếu tố như:

- Tốc độ tăng - giảm cường độ dòng điện nhanh hay chậm: những xung có độ dốc tăng - giảm cường độ càng lớn (xung vuông, xung gai nhọn) thì tác dụng hưng phấn càng mạnh.

- Tần số dòng xung: các nghiên cứu cho thấy giải tần số dưới 50Hz có tác dụng gây hưng phấn mạnh và dễ dàng dẫn tới những co rút cơ; trong khi tác dụng ức chế lại rất dễ dàng đạt được với dải tần từ 80-200Hz.

- Thời gian tác dụng kéo dài sẽ làm giảm dần tính hưng phấn và dẫn tới hiện tượng quen dòng.

Từ những đặc điểm trên, ta có thể suy ra tác dụng sinh lý của từng loại dòng điện xung:

- Dòng Faradic kích thích mạnh hơn ức chế vì độ dốc lên và độ dốc xuống của xung dung đứng. có thể dùng để kích thích các vùng da giảm cảm giác, các cơ bại, liệt, v.v...

- Dòng điện xung hình chữ nhật, tùy tần số, thời gian xung, thời gian nghỉ...có thể có tác dụng kích thích hay ức chế mạnh hơn. khi thời gian có điện nhiều thì tác dụng mang điện tích lớn.

- Dòng điện xung hình lưỡi cày, độ dốc xung lên và xuống thoải, thời gian xung kích thích kéo dài hơn, nên phù hợp cả với các cơ đã bị thương một phần, có phản ứng chậm hơn cơ bình thường. chúng thích hợp nhất để kích thích các cơ bại, liệt co rút.

- Dòng điện xung hình sin 50Hz kích thích mạnh, loại 100Hz ức chế mạnh.

- Dòng điện giao thoa kích thích da ít (vì tần số đã khá cao tới 5000Hz), nhưng tác dụng mạnh trên các tổ chức sâu.

- Còn dòng điện xung hình sin xoay chiều, thì hoàn toàn không có tác dụng di chuyển điện tích, không tác dụng trên cảm thụ da; trái lại chỉ tác dụng trên tổ chức sâu.

Các dòng điện xung nói chung đều có các tác dụng tổng hợp sau đây:

- Kích thích gây co rút cơ.
- Giảm đau, giảm co thắt, thư giãn các cơ bị tăng trương lực.
- Kích thích tuần hoàn máu.
- Tăng cường chuyển hoá.
- Giảm phù nề, tiêu tán dịch thẩm xuất tại vùng tổn thương.

Tác dụng tăng cường tuần hoàn máu đạt được một phần là do dòng điện kích thích trực tiếp trên các thụ cảm thể của mạch máu, mặt khác là kết quả gián tiếp của hiện tượng co cơ, dẫn tới phản ứng xung huyết mạnh tại chỗ. Còn tác dụng giảm đau trước hết là kết quả của ảnh hưởng dương tính trên hệ thống điều hoà đau (thuyết “cổng kiểm soát”) của cơ thể. tiếp theo, nó là kết quả của sự cải thiện tuần hoàn và chuyển hoá tại chỗ (giảm phù nề chèn ép và giảm các chất chuyển hoá có hại tại chỗ).

Hiện tượng tăng tuần hoàn và chuyển hoá không phải chỉ là tại chỗ, mà nếu điện cực được đặt đúng chỗ nó sẽ có ảnh hưởng rất mạnh tới hệ thống thần kinh thực vật theo phân vùng tiết đoạn và thông qua đó có thể có tác dụng cải thiện, điều trị cho cả một vùng rất rộng.

Do kết quả của các tác dụng trên, các dòng điện xung có thể gây tác dụng cải thiện về triệu chứng bệnh rất đa dạng. tuy nhiên, nó hầu như không có tác dụng gì đối với nguyên nhân đã gây bệnh.

Một điểm đáng lưu ý là tuy các dòng điện xung tần số thấp có thể gây co rút cơ nhẹ, nhưng không nên dùng để kích thích cơ. Lý do là cường độ cần thiết để tạo được co cơ rõ phải là khá cao. Nếu dùng các dòng xung tần số thấp, kích thích sẽ trở nên rất đau và nguy cơ ăn mòn da rất lớn (cường độ dòng càng cao, tác dụng Galvanic càng nhiều). Trong trường hợp này, các

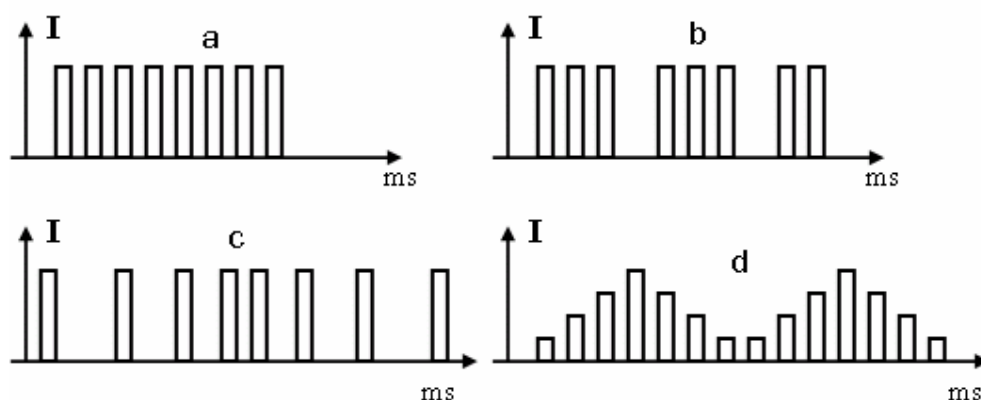
dòng xung tần số trung bình sẽ là một sự lựa chọn thích hợp nhất (có thể nói rằng dòng giao thoa là một dòng lý tưởng cho kích thích cơ).

I.4. CÁC DÒNG ĐIỆN XUNG THÔNG DỤNG

I.4.1. Dòng điện xung hình chữ nhật và dòng điện xung hình tam giác

Dòng xung hình chữ nhật còn được gọi là dòng Galvanic nhịp với đặc điểm là một dòng điện biến thiên, thay đổi một cách nhanh.

- Đặc điểm:
- xung hình chữ nhật
 - Tần số f từ 100 đến 1000 Hz/giây
 - Thời gian $t = 0,01 - 1$ mili giây

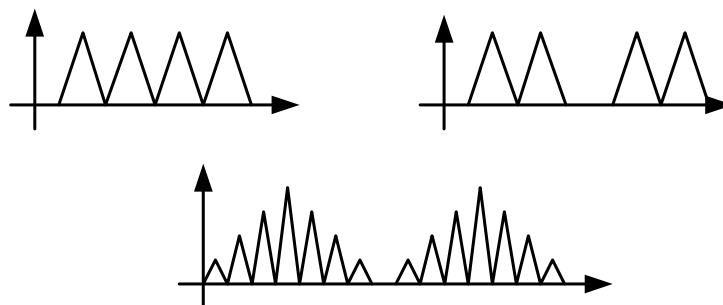


Hình 1. 8: Các dòng điện xung chữ nhật

- a. Dòng điện xung chữ nhật liên tục đều.
- b. Dòng điện xung chữ nhật có nhịp nghỉ.
- c. Dòng điện xung chữ nhật biến điệu tần số.
- d. Dòng điện xung chữ nhật biến điệu biên độ.

Dòng điện xung hình tam giác do Faraday phát minh năm 1931 là một dòng được dùng sớm nhất trong điều trị, có đặc điểm là dòng xung hình gai nhọn liên tục, tần số 100Hz, thời gian xung 1-1,5ms.

Trong điều trị ta dùng dòng Faradic, liên tục, có nhịp nghỉ, biến đổi biên độ thành uôn sóng...(Hình 1.8).



Hình 1. 9: Dòng Faradic

a. Dòng Faradic liên tục đều

b. Dòng Faradic ngắt quãng

c. Dòng Faradic biến đổi biên độ

Dòng xung hình chữ nhật là một phương pháp tập luyện cơ rất tốt, nhất là các cơ chỉ có phản ứng thái hoá một phần. tác dụng kích thích là do phần đầu của xung, còn phần sau thì có tác dụng dinh dưỡng, vì vậy không nên dùng xung quá ngắn, làm cơ mệt mà lại giảm tác dụng dinh dưỡng đi.

Dòng điện xung hình tam giác có tác dụng kích thích gây thần kinh ngoại biên và cơ vân, gây nên một luồng xung động thần kinh và làm cho cơ co giật, với điều kiện là “thời trị” (chronaxie) của cơ bình thường. Với những cơ và dây thần kinh có bệnh, thời trị tăng lên 10 – 100 lần mức bình thường, thì nó hầu như không có tác dụng gì nữa. bởi vậy, mất tính kích thích với dòng Faradic là một yếu tố căn bản cho “phản ứng thoái hoá điện”.

Hiện nay, trong thực tế thì những dòng điện xung hình chữ nhật và dòng điện xung hình tam giác có thời gian xung và tần số tương đương cũng được gọi chung là dòng Faradic, hay còn gọi là dòng Faradic mới (new – Faradic), bởi hình dạng xung rất nhọn và tác dụng sinh vật học rất giống nhau. Dòng

Faradic (mới) là một chuỗi xung, có thời gian xung 1ms và khoảng nghỉ 19ms, tạo thành tần số 50Hz. về mặt thực hành, co rút cơ kiểu Tentanic (các co giật được dồn lại với nhau và gây nên hiện tượng “ uồn ván sinh lý”) ở mọi cơ xương cần có một tần số tối thiểu là 7Hz. Tần số thấp hơn sẽ gây ra các co rút rời rạc. Tần số gây co rút dễ chịu nhất nằm trong khoảng từ 40-80Hz.

Dòng Faradic được ứng dụng cho mục đích chẩn đoán và điều trị.

mục đích chẩn đoán gồm đánh giá phản ứng nhược cơ, đánh giá phản ứng tăng trương lực cơ, xác định vị trí nghẽn (block) do liệt nhẹ thần kinh không có thoái hoá ngoại vi.

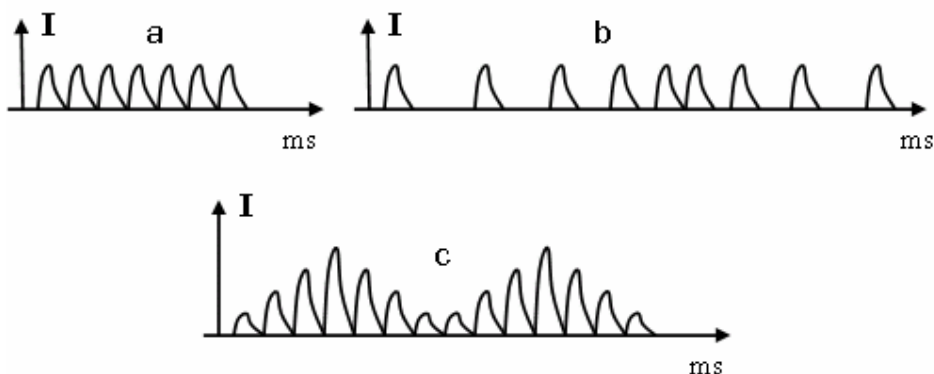
Trong điều trị, dòng Faradic được ứng dụng dưới dạng “kích thích chức năng” – FES (Functional Electron – Stimulation) trong các trường hợp mất khả năng co cơ chủ động sau phẫu thuật hoặc sau chấn thương, giai đoạn sớm trong phục hồi phân bố thần kinh, chứng teo cơ sau thời gian bất động kéo dài, chứng bại, liệt, ... về kỹ thuật, sử dụng dòng xung nên có tần số trong khoảng 40-80Hz (trung bình 50Hz) được điều biến thành các nhịp uồn sóng (surge), tạo ra các chuỗi co rút cơ theo nhịp có thể điều chỉnh được từ 1-10 lần/phút tùy theo tình trạng cụ thể của cơ.

Phương pháp kích thích này tạo nên hiệu quả hồi phục cơ rất cao. ngoài ra, theo quan điểm tần số, dòng Faradic không chỉ phù hợp để kích thích cơ, mà với một cường độ thấp hơn (ngưỡng cảm giác) nó còn có kết quả tốt trong cắt đau.

I.4.2. Dòng điện xung hình lưới cày

Nếu ta cho cường độ của một dòng galvanic lên đúng “thềm kích thích”, thì cơ sẽ co giật. Nhưng nếu cho dòng điện đó lên từ từ, thì cơ sẽ không giật

nữa. như vậy, nếu thời gian và cường độ không thay đổi, sự kích thích chỉ có hiệu quả nếu điện lên từ 0 đến cường độ thêm một cách rất nhanh. loại dòng điện có cường độ lên từ từ như vậy gọi là “dòng điện tiến dần” (conurant progressif) hay dòng điện xung hình lưỡi cày (do hình dạng xung giống như hình chiếc lưỡi cày).



Hình 1. 10: Dòng điện xung hình lưỡi cày

a. Dòng điện xung hình lưỡi cày liên tục

b. Dòng điện xung hình lưỡi cày biến điệu tần số

c. Dòng điện xung hình lưỡi cày biến điệu biên độ

Đặc điểm: - Xung hình lưỡi cày, độ dốc lên và xuống từ từ

- Tần số có thể thay đổi, biến đổi $50 \div 5000$ Hz.

- Độ dốc có thể thay đổi

- Thời gian xung tương đối dài (từ 1,6 – 60 ms), phù hợp với tính kích thích đã giảm khi cơ bị bệnh.

- Cũng có thể uốn sóng, thay đổi độ dốc lên xuống, tần số,

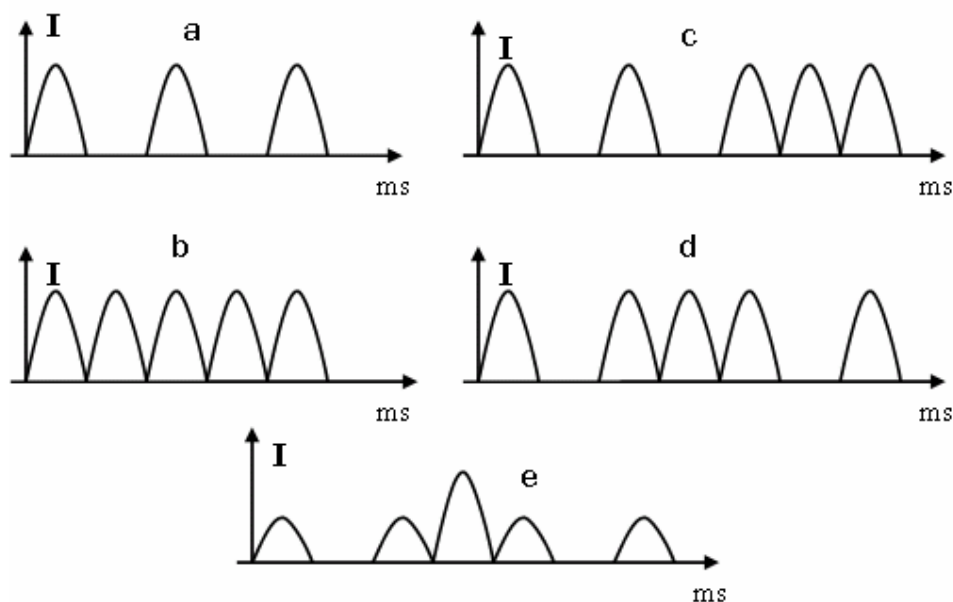
v.v...

Ta biết rằng, những cơ này là những “cơ chậm” muốn làm cho nó giật với dòng Galvanle lên nhanh như sóng chữ nhật bình thường thì phải cần một cường độ rất cao mà các cơ lành bên cạnh chưa bị thoái hóa không thể chịu

được. nhưng với “dòng tiến dần”, thì cơ có thể co giật với một cường độ kích thích thấp. Tính chất đặc biệt này giúp cho chẩn đoán điện cổ điển một phương pháp rất hay để nghiên cứu các cơ thoái hóa.

Với một cơ bình thường, chỉ cho vào 2 microfarads thì đúng “thêm” nó không giật nữa. nhưng đối với một cơ thoái hóa, có khi cho vào hàng chục microfarads nó vẫn còn giật. phương pháp này không những dùng trong chẩn đoán cơ mà còn được áp dụng trong điều trị. Nhờ nó ta có thể luyện tập cho những cơ đã bị thoái hóa nặng co giật với những cường độ thấp mà không làm co giật và mệt mỏi những cơ lành bên cạnh.

I.4.3. Dòng điện xung hình sin (dòng Dydynamic, dòng Bernard)



Hình 1. 11: Dòng điện xung hình sin

a- Dòng MF; b- Dòng DF; c- Dòng LP;

d- Dòng CP; e- Dòng CPID

Dòng điện xung hình sin được Bernard đề xuất và áp dụng từ năm 1943 gồm có 5 dạng dòng cơ bản. Hai dạng đầu là:

- Dòng một pha cố định (MF): tần số 50 Hz không đổi, gây cảm giác rung mạnh và co rút cơ.

- Dòng hai pha cố định (DF): tần số 100 Hz không đổi, gây cảm giác ngứa hay kiến bò nhẹ trên da. Chỉ gây co cơ khi cường độ dòng đã khá cao. Là dòng dễ chịu nhất trong các dòng điện xung hình sin.

Vấn đề với hai dạng dòng này là hiện tượng quen xảy ra khá nhanh chỉ sau một thời gian kích thích ngắn (1-2 phút), làm cho kích thích trở nên kém hiệu quả. có hai cách khắc phục là: tăng cường độ dòng hoặc biến đổi tần số. cách thứ nhất có thể gây ra nguy hiểm, còn cách thứ hai dẫn tới sự ra đời 3 dạng dòng sau:

- Dòng biến điệu chu kỳ dài (LP): có sự biến đổi chậm, luân phiên giữa dòng DF và MF theo từng nhịp 6 giây. dòng kích thích mạnh hơn dòng DF đôi chút và gây co rút cơ nhẹ trong pha MF.

- Dòng biến điệu chu kỳ ngắn (CP): có sự biến đổi nhanh, luân phiên giữa dòng DF và MF theo từng nhịp 1 giây. Dòng này kích thích nhẹ hơn dòng MF đôi chút, nhưng mạnh hơn hẳn dòng LP hay DF. Trong pha MF có thể gây co rút cơ nhẹ.

- Dòng CPID: giống như dòng CP chỉ khác là cường độ trong DF cao hơn pha MF 10%. như vậy sẽ làm mất đi sự khác biệt về cảm giác giữa pha DF và MF.

Các dòng điện xung hình sin thường được dùng vào mục đích giảm đau nói chung (đau gân, cơ, khớp, dây thần kinh...) khá hiệu quả. Ngoài ra còn được áp dụng điều trị các rối loạn thực vật, chống co thắt, giảm phù nề...

Khi ứng dụng điều trị cần lưu ý tới hai vấn đề đó là khả năng kích thích của dòng và tình trạng rối loạn bệnh lý của tổ chức cơ thể. Với cùng một mức

cường độ, khả năng kích thích của các dòng điện xung hình sin được sắp xếp theo thứ tự mức độ từ nhẹ đến mạnh như sau:

DF -> LP -> CP -> CPID -> MF

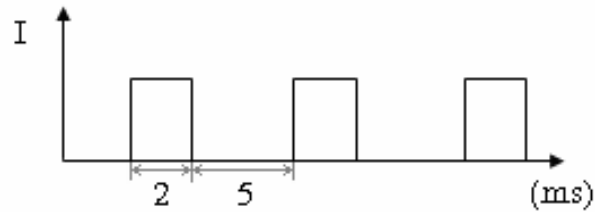
Nguyên tắc ứng dụng là: đối với các rối loạn càng nặng (bệnh cấp tính) thì sử dụng dòng càng êm dịu (DF/LF). Ngược lại rối loạn càng nhẹ (bệnh mãn tính) thì sử dụng dòng kích thích càng mạnh (CP/CPID). Dòng MF kích thích rất mạnh nên hầu như không được dùng trong trường hợp nào cả. Dòng DF là dòng êm dịu nhất nên thường được dùng trong những lần điều trị đầu để bệnh nhân làm quen với dòng trước khi bắt đầu điều trị bằng những dòng kích thích mạnh hơn.

Dưới đây xin giới thiệu cách lựa chọn phác đồ điều trị bằng các dòng điện xung hình sin:

Thông số	Bệnh cấp tính	Bệnh mãn tính
Loại dòng	DF/LP	(DF)/CP/CPID
Thời gian điều trị	3-5 phút	5-7 phút
Cường độ dòng	Vừa đủ cảm thấy	Cảm thấy rõ
Tần xuất điều trị	Hàng ngày	2-3 lần

I.4.4. Dòng điện xung 2-5 (Trabert, dòng Ultra-Zeir)

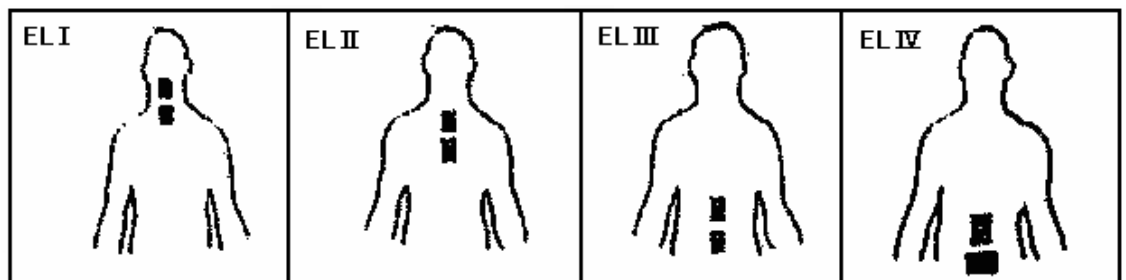
Dòng 2-5 được đề xuất và phát triển dựa trên kinh nghiệm của trabert với một số đặc điểm là dòng xung vuông một chiều, có thời gian xung 2ms và khoảng ngắt 5ms, tần số dòng vào khoảng xuất hiện nhanh chóng và kéo dài trong vài giờ đồng hồ sau khi điều trị.



Hình 1. 12: Xung 2 – 5

Đặc biệt dòng 2-5 rất thích hợp cho việc tác động theo tiết điện tủy gây ảnh hưởng điều trị trên cả một vùng rộng. Trabert đã đề xuất 4 vị trí đặt điện cực rất điển hình là:

- EL I: điều trị cho vùng cằm, cổ và vai.
- EL II: điều trị cho vùng ngực và cánh tay.
- EL III: điều trị cho vùng ngực và lưng.
- EL IV: điều trị cho vùng thắt lưng và chân.

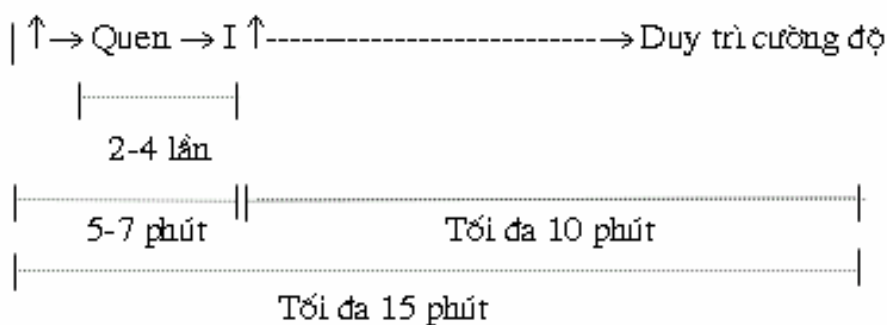


Hình 1. 13: Bốn vị trí đặt điện cực của Trabert

(EL :Electrode Localisation)

Hiện nay hầu hết các liệu trình điều trị đều bắt đầu bằng một trong 4 vị trí kể trên tùy theo vùng tiết đoạn chi phối bệnh, sau đó mới điều trị tiếp tại chỗ tổn thương.

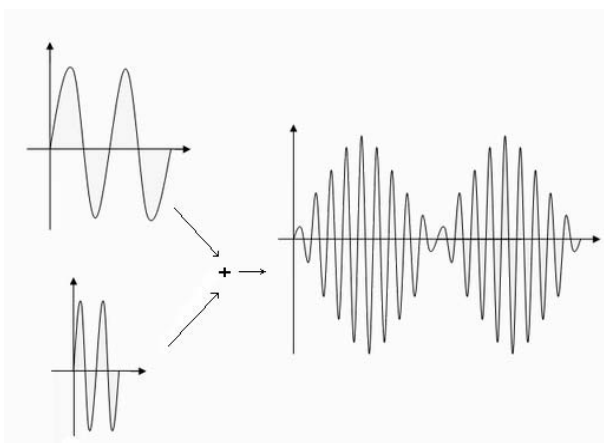
Điểm đáng lưu ý trong thực hành vì đây là dòng có thông số không thay đổi, do đó hiện tượng quen xảy ra rất nhanh, cần khắc phục bằng cách liên tục tăng cường độ dòng theo phác đồ dưới đây:



I.4.5. Dòng điện xung giao thoa

Dòng giao thoa do Nemec đề xuất và phát triển, là một dòng vừa có tác dụng của tần số thấp một chiều, vừa ít kích thích da do tác dụng của các dòng xoay chiều tần số trung bình hoặc cao hơn.

Giao thoa là hiện tượng xảy ra khi có hai hoặc nhiều sóng xoay chiều trùng khớp với nhau tại cùng một điểm hoặc một loạt điểm trong môi trường, chẳng hạn như sóng ánh sáng, sóng âm thanh và các dòng xoay chiều.



Hình 1. 14: Giao thoa của 2 dòng xoay chiều khác tần số

Liệu pháp giao thoa được áp dụng trong điều trị bằng cách cho 2 dòng xoay chiều tần số trung bình tương tác lẫn nhau, một dòng có tần số cố định 4000Hz, trong khi tần số của dòng kia có thể điều chỉnh được từ 4000 tới 4250 Hz. kết quả của sự tương tác đó là xuất hiện một dòng xoay chiều tần số trung bình mới có biên độ dòng tăng giảm một cách nhịp nhàng. Sự biến đổi biên độ như vậy được gọi là “nhịp điều biến biên độ”, hay nhịp AMF (Amplitude Modulated Frequency). Nhịp AMF tương ứng với sự chênh lệch về tần số của 2 dòng nguyên thủy (0-250 Hz) và được coi là tần số kích thích chính trong điều trị.

Trong ứng dụng điều trị, ngoài những chỉ định chung giống như các dòng điện xung khác, dòng giao thoa còn được coi là một dòng lý tưởng cho kích thích cơ (thể dục điện) và điều trị các tổn thương bệnh lý ở trong sâu, bởi có thể dùng cường độ dòng khá cao, mà vẫn không gây ra cảm giác kích thích khó chịu ở dưới các điện cực, nơi có các tận cùng thần kinh cảm giác (do sang mang có tần số trung bình). hơn nữa, đây lại là dòng xoay chiều không có hiện tượng phân cực, bởi vậy không gây ra tác dụng điện phân, nên không sợ tổn thương ăn mòn da như các dòng một chiều.

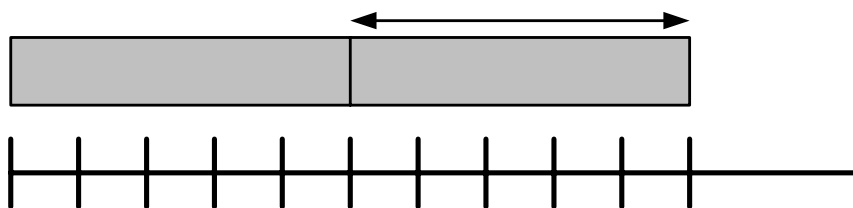
Điểm đáng chú ý trong thực hành điều trị là ở chỗ đây là dòng có khá nhiều thông số và kỹ thuật áp dụng, nên việc lựa chọn sao cho đúng với mục đích yêu cầu điều trị đặt ra đôi khi cũng là một vấn đề khá phức tạp. Xin giới thiệu những thông số kỹ thuật chính của một dòng giao thoa để tiện ứng dụng:

- o *Tần số kích thích:* chính là tần số nhịp AMF (trước đây còn gọi là xung bọc), có thể điều chỉnh được theo yêu cầu điều trị. thông chia ra hai nhóm tần số AMF:

o Tần số AMF cao (80-200 Hz): cảm giác kích thích êm dịu, thường áp dụng điều trị trong giai đoạn đầu và các bệnh lý cấp tính, có đau nhiều và tăng cảm da.

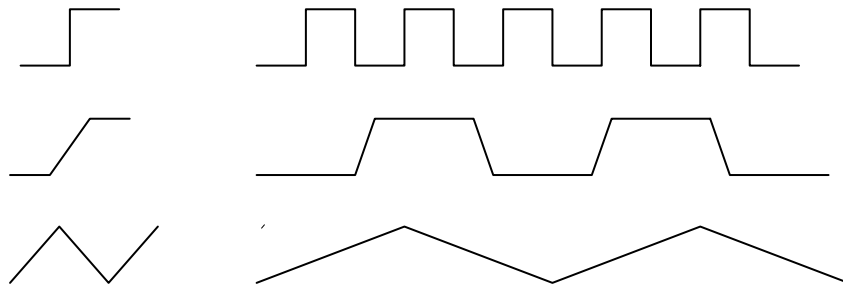
o Tần số AMF thấp (dưới 50 Hz): cảm giác kích thích thô, sâu và mạnh hơn, thường áp dụng điều trị bệnh lý bán cấp và mạn tính có cảm giác đau nhẹ hơn hoặc để tạo ra các co rút cơ (thể dục điện).

o *Tần số điều biến và khoảng điều biến tần số*: một nhược điểm của dòng AMF liên tục (đặc biệt khi tần số trên 100Hz) là bệnh nhân rất chóng quen, làm giảm tác dụng kích thích. Khoảng điều biến tần số đã được thiết kế để tránh quen bằng cách chồng thêm một tần số phụ (tần số điều biến, có thể thay đổi được) lên trên tần số AMF nền. Khoảng điều biến sẽ biến đổi tần số của nó từ 0 cho tới giá trị tần số cao nhất đã được đặt theo một nhịp cho trước. Ngoài ra, nó còn cho phép điều chỉnh tần số kích thích được đúng với tình trạng tổn thương bệnh lý. Khoảng điều biến tần số rộng (50-100 Hz) thích hợp cho các bệnh lý cấp tính, trong khi khoảng điều biến hẹp (10-40 Hz) thường áp dụng cho các bệnh lý bán cấp và mạn tính.



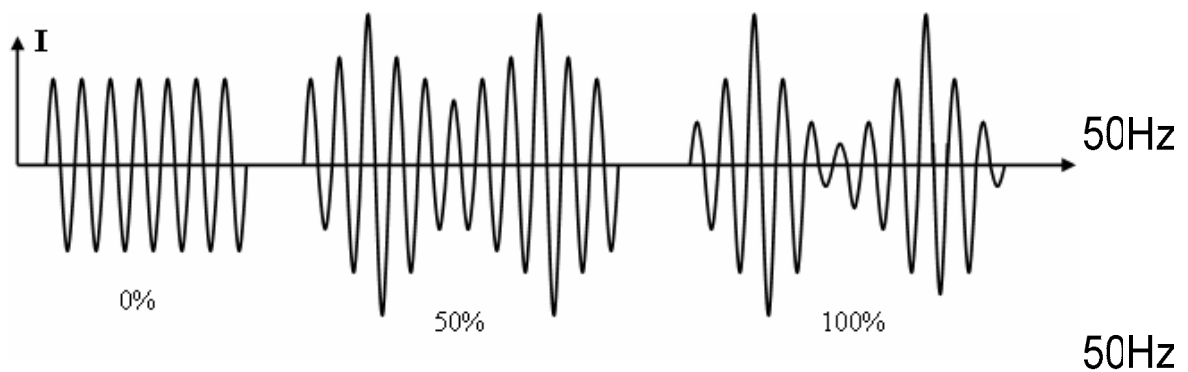
Hình 1. 15: Tần số điều biến và khoảng điều biến
(AMF nền = 50 Hz) + (Khoảng điều biến = 50 Hz)
→ dòng AMF sẽ biến đổi từ 50 ÷ 100 Hz.

o *Chương trình điều biến*: biểu thị tỷ lệ thời gian giữa tần số AMF nền với tần số điều biến (tính bằng giây). Có nhiều chương trình điều biến, như 1/1, 1/5/1/5, 6/6, 1/30/1/30....tùy theo mục điều trị khác nhau. Những chương trình điều biến nhẹ nhàng, thời gian kéo dài (6/6,1/30/1/30) thích hợp với bệnh cấp tính, chương trình điều biến đột ngột, thời gian ngắn (1/1) thích hợp cho bệnh mạn tính.



Hình 1. 16: Một số chương trình điều biến

o *Độ sâu điều biến*: trong trạng thái lý tưởng, biên độ dòng sẽ biến đổi từ 0 cho tới cực đại, tạo nên các độ sâu điều biến khác nhau tùy theo kỹ thuật được sử dụng. Độ sâu điều biến 100% được coi là tối ưu, vì có tác dụng kích thích và chống quen tốt.



Hình 1. 17: Độ sâu điều biến

o *Tần số sóng mang*: là trung bình cộng của các tần số dòng nguyên thủy đã tạo ra dòng giao thoa đó [$f = (f_1 + f_2)/2$]. trong giảm đau thông dùng tần số sóng mang từ 4000Hz trở lên, còn để kích thích cơ thì dùng tần số từ 2000 ÷ 2500Hz.

o *Cường độ dòng*: với mục đích giảm đau thì thường chỉ dùng cường độ dòng tương đối thấp; còn kích thích cơ lại phải dùng cường độ dòng khá cao để tạo ra các co rút cơ mạnh. trong bệnh lý cấp tính cũng chỉ dùng cường độ dòng thấp ; ngược lại, trong bệnh mãn tính dùng cường độ dòng cao hơn.

o *Kỹ thuật áp dụng điều trị*: hiện nay có 3 phương pháp điều trị giao thoa là:

- Phương pháp 2 điện cực: sử dụng 2 điện cực. Sự giao thoa xảy ra ở bên trong máy và dòng ra khỏi máy là dòng đã được điều biến hoàn chỉnh, với độ sâu điều biến luôn là 100%, nên tác dụng kích thích rất mạnh. là phương pháp lý tưởng cho kích thích cơ.

- Phương pháp 4 điện cực: sử dụng 2 cặp điện cực. Trong phương pháp này, có 2 dòng chưa được điều biến ra khỏi máy và sự giao thoa xảy ra ngay trong tổ chức cơ thể, nên tác dụng rất sâu và ít kích thích da. Tuy nhiên, độ sâu điều biến có thể biến đổi từ 0 cho tới 100%.

- Phương pháp quét vectơ động lực: được dùng để làm tăng thêm diện tích vùng kích thích có hiệu quả.

Bảng dưới đây cung cấp những thông số chính

trong phác đồ điều trị dòng giao thoa.

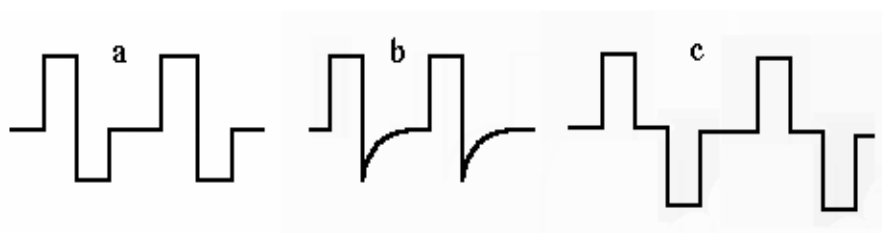
	Cấp tính	Mãn tính
Tần số AMF nền	100 – 150 Hz	40 – 80 Hz
Khoảng điều biến	Rộng (50 – 100 Hz)	hẹp (10 – 40 Hz)
Kiểu điều biến	6/6, 1/5/1/5,1/20/1/30	1/1
Cường độ dòng	Cảm giác rõ (2 – 3 lần ngưỡng đau)	Dưới ngưỡng đau (3 – 5 lần ngưỡng cảm giác)
Thời gian điều trị	Ngắn (3-5 phút)	Dài (10 – 15 phút)
Số lần điều trị	Hàng ngày	2 – 3 lần/tuần
Tần số sóng mang	4000Hz	2000Hz
Thời gian xung	125 μ s	250 μ s
Sợi thần kinh chịu tác dụng	sợi a (nhóm II + IIIa)	sợi c (nhóm IIIb + IV)

I.4.6. Dòng TENS

TENS là tên viết tắt từ thuật ngữ Transcutaneous Electro-neuro Stimulation, có nghĩa là phương pháp kích thích thần kinh qua da bằng tác nhân điện, nhằm mục đích trị liệu và được coi là phương pháp điều trị điện tần số thấp từ 1965. Ngoài ra, còn một số tên gọi khác như TES, TNS, ENS...

Về cơ bản, TENS là một dòng xung chữ nhật xoay chiều tần số thấp, phù hợp với thuyết ‘kích thích chọn lọc’ và được áp dụng có hiệu quả cho những trường hợp không còn đáp ứng với những dạng trị liệu khác (đặc biệt là giảm đau). Dòng TENS có rất nhiều ưu điểm do nó hầu như không có biến chứng, không gây cảm giác khó chịu, thiết bị tương đối rẻ tiền, nhiều thông số có thể thay đổi được và người bệnh có thể tự điều trị tại nhà được...

Dòng TENS có 3 dạng xung cơ bản, có thể lựa chọn tùy theo mục đích điều trị:



Hình 1. 18: Xung chữ nhật

a- Xung chữ nhật hai pha đối xứng

b- Xung chữ nhật hai pha không đối xứng

c- Xung chữ nhật xoay chiều

Các xung dòng TENS có đặc điểm là độ dốc xung nhanh, kết hợp hiện tượng đảo cực (hai pha), nên rất khó quen dòng và tránh được tác dụng Galvanic khi điều trị kéo dài. Dạng TENS thông dụng nhất là xung chữ nhật hai pha không đối xứng.

Cho đến nay có 3 loại dòng TENS hay được áp dụng điều trị là:

* *TENS thông thường*: đặc điểm là có tần số cao (80 – 100 Hz) và cường độ dòng thấp, được dùng phổ biến nhất trong các loại dòng TENS, có hiệu quả rất nhanh trong điều trị chứng tăng cảm và bỏng buốt do tổn thương thần kinh ngoại biên, đau ảo (chima), đau do sẹo và đau sau phẫu thuật. Có thể có kết quả tốt nhất trong điều trị chứng đau lưng (thắt lưng).

* *TENS châm cứu*: đặc điểm là có tần số thấp (dưới 10 Hz) và cường độ dòng cao, được dùng để tác động lên các huyết vị châm cứu, điều trị các chứng đau mãn tính có hiệu quả.

* *Burst – TENS*: là một dạng sửa đổi từ dòng TENS châm cứu theo một kiểu điều biến tần số đặc biệt thành từng chuỗi xung (burst) với tần số chuỗi từ 1 – 5 Hz. điều này dẫn đến sự phóng thích endorphin ở mức trung ương, gây ra tác dụng giảm đau rất mạnh. dòng burst – TENS được dùng khi dòng TENS thông thường tỏ ra không có hiệu quả, và nó đặc biệt thích hợp cho điều trị những vùng đau nằm ở sâu (đau gân, cơ) và những trường hợp đau mãn tính. tác dụng giảm đau thường xuất hiện muộn (sau 20 – 30 phút), nhưng có thể kéo dài sau khi kích thích đã kết thúc.

Bảng tóm tắt các dòng TENS

<i>Thông số</i>	<i>TENS thông thường</i>	<i>TENS châm cứu</i>	<i>Burst - TENS</i>
Thời gian xung	10 -75us	150 – 400us	10 – 75 và 150 – 400 us
Tần số xung	Cao (50 – 100Hz)	Thấp (1- 4Hz)	1 – 4 Hz
Cường độ	Dưới ngưỡng	Đau chịu được	Cả hai
Tác dụng	Đau cấp, nông	Huyết	Đau mạn, sâu
Dạng xung	Liên tục	Liên tục	Chuỗi

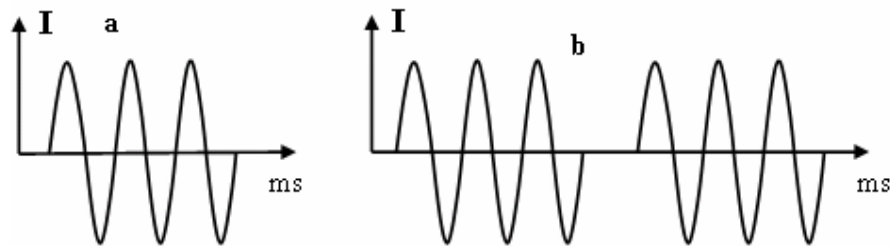
Phác đồ điều trị dòng TENS:

Tính chất đau	Cấp tính (biểu hiện rõ rệt)	Mãn tính (biểu hiện mờ nhạt)
Sợi thần kinh dẫn	a (nhóm II, IIIa)	c (nhóm IIIb, Iv)
Loại dòng	TENS thông thường	TENS châm cứu, Burst- TENS
Thời gian xung	50 μ s	250 μ s
Tần số dòng	cao (50 – 100Hz)	thấp (1- 4Hz)
Cường độ dòng	thấp (2 – 3 ngưỡng cảm giác)	cao (3- 5 ngưỡng cảm giác)
Thời gian điều trị	dài (30- 60 phút)	ngắn (10- 20 phút)
Cơ chế tác dụng	thuyết “cổng kiểm soát”	phóng thích endorphin

I.4.7. Dòng kích thích Nga

Là một dạng ứng dụng đặc biệt của dòng có tần số trung bình, do KOTS đề xuất và áp dụng tập luyện nhằm làm tăng cường sức cơ cho các vận động viên và các nhà du hành vũ trụ Nga. Các kết quả được báo cáo lần đầu tiên tại cuộc hội thảo trao đổi kinh nghiệm về kích thích điện hệ cơ - xương giữa Nga và Canada năm 1977.

Đặc điểm là một hình xung hình sin xoay chiều tần số 2500Hz, được ngắt quãng 50 lần/s, tạo ra một chuỗi xung giống như dòng Burst TENS. Tổng thời gian chuỗi xung là 20ms, tỷ lệ thời gian xung trên khoảng nghỉ là 1/1 hoặc 1/5. Tần số chuỗi 50 Hz nằm ở khoảng giữa của dải tần số được cho là có tác dụng kích thích cơ mạnh nhất (40 – 80 Hz).



Hình 1. 19: Dòng kích thích Nga
(a- Chưa điều biến; b-Đã điều biến)

Trong kỹ thuật này, nên tăng cường độ dòng cho tới khi tạo ra được co rút cơ mạnh nghĩa là từ mức kích thích vận động cho tới mức giới hạn chịu được. Kích thích gây co cơ tối đa trong 10s (nếu kéo dài hơn thì cơ sẽ mệt), sau đó ngừng kích thích trong 50s để tạo điều kiện cho quá trình tái cực (hồi phục cơ) sau một điện thế hoạt động (thời gian nghỉ ngắn hơn sẽ không đủ để tạo ra co cơ tối đa sau đó, vì cơ vẫn còn trong giai đoạn trơ). Lặp lại toàn bộ 10 lần co cơ theo chu trình trên trong 10 phút, tạo thành công thức “10:50:10” (thể hiện tương quan thời gian co cơ / thời gian nghỉ / số lần co cơ). Việc điều

trị được tiến hành hàng ngày trong 5 ngày, nghỉ hai ngày rồi điều trị tiếp. tổng số là 25- 35 lần điều trị trong 5 đến 7 tuần.

Một số kết quả đạt được là: tốc độ co cơ đạt tối đa sau 10- 15 lần điều trị, lực đẳng trường tăng 10- 30% so với cơ chủ động, sức cơ tăng 40% sau 20 đến 25 lần điều trị, sức bền cơ đạt tối đa sau 35 lần điều trị, có hiện tượng phì đại cơ, nhưng giảm nhanh. ngoài ra, một số tác giả khác còn đề nghị công thức tính tỷ lệ thời gian co cơ/ thời gian nghỉ: 2,5/2,5; 2,5/5; 5/10; 7/25;20/80...

I.4.8. Dòng 1 chiều tần số 8kHz

Cho tới nay thực tế là hiệu pháp ion hóa (điện phân thuốc) chỉ được ứng dụng với dòng một chiều đều (dòng Galvanic).

Khi dòng một chiều bị ngắt quãng với tần số 8.000Hz, sẽ tạo ra một loại dòng mới: dòng một chiều tần số trung bình với khoảng nghỉ là 5 μ s và thời gian xung là 125 μ s, chu kỳ hoạt động 95%, tạo ra một dòng mà trên thực tế là giống hệt dòng Galvanic. Tuy nhiên, có một sự khác biệt chủ yếu đó là tần số trung bình của dòng này làm cho nó trở nên “thân thiện” với người bệnh hơn (ít gây ăn mòn da hơn so với dòng galvanic).

Liều lượng thuốc đưa vào có thể tính toán theo công thức dùng cho dòng một chiều:

$$m = \frac{I.t.M}{n} \times \frac{1}{9,6.10^4}$$

trong đó:

m: khối lượng thuốc được đưa vào (kg)

i: cường độ dòng (a).

t: thời gian có dòng điện (s).

m: khối lượng phân tử gam (kg/mol).

n: hóa trị của chất được đưa vào.

$\frac{1}{9,6.10^4}$: hằng số.

Mật độ dòng tối đa tại điện cực tác dụng không nên vượt quá 0.2mA/cm^2 để đề phòng tác dụng ăn mòn da của các dòng một chiều.

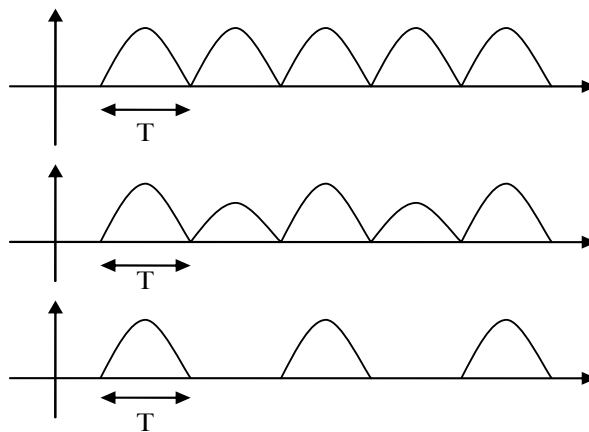
Ngoài liệu pháp ion hóa bằng ảnh hưởng trên hệ thần kinh giao cảm của dòng một chiều tần số 8.000Hz còn có thể được dùng để điều trị chứng đau thần kinh, chứng ra nhiều mồ hôi chân tay, cải thiện tuần hoàn ngoại vi, làm lành vết thương và điều trị những vùng da bị tăng cảm...

CHƯƠNG II: PHƯƠNG ÁN THIẾT KẾ

II.1. CÁC DẠNG XUNG ĐƯỢC LỰA CHỌN THIẾT KẾ

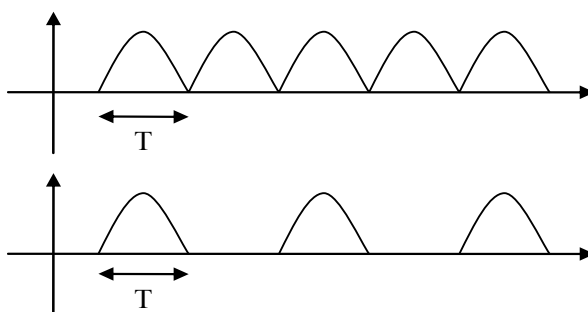
Với mục đích xây dựng phần mềm tạo các dạng xung điện mang tính ứng dụng, thêm vào đó phần mềm được xây dựng để ứng dụng cho việc nghiên cứu thiết kế và chế tạo máy điều trị điện BK-ET2, việc đầu tiên cần làm đó chính là tiến hành khảo sát thực trạng bệnh lý của người bệnh, qua việc tiến hành khảo sát, thu thập số liệu tại 1 số bệnh viện lớn như bệnh viện E, bệnh viện Bạch Mai và bệnh viện Nhi Hà Nội và đã tổng kết được các loại bệnh lý thường gặp trong lĩnh vực vật lý trị liệu để từ đó đưa ra được cơ sở các dạng xung điện đang được phổ biến hiện nay.

II.1.1. Dạng sóng biến điệu chu kì dài (LP)



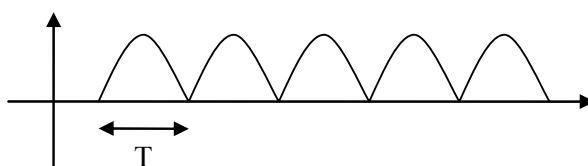
Hình 2. 1: Dạng sóng LP

II.1.2. Dạng sóng biến điệu chu kì ngắn (CP)



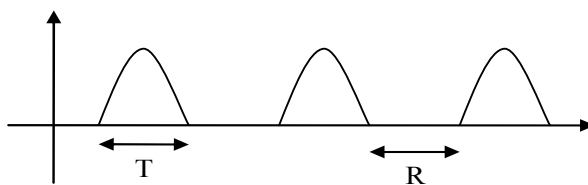
Hình 2. 2: Dạng sóng CP

II.1.3. Dạng sóng 2 pha cố định (DF)



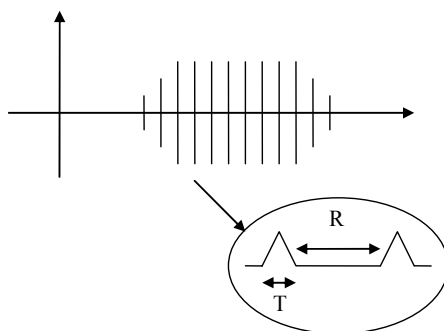
Hình 2. 3: Dạng sóng DF

II.1.4. Dạng sóng 1 pha cố định (MF)



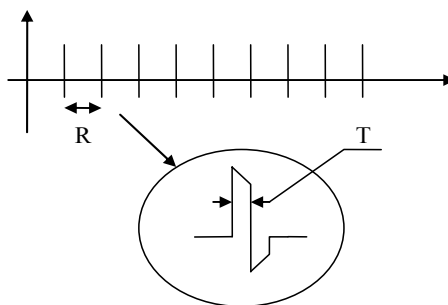
Hình 2. 4: Dạng sóng MF

II.1.5. Dạng sóng Faradism



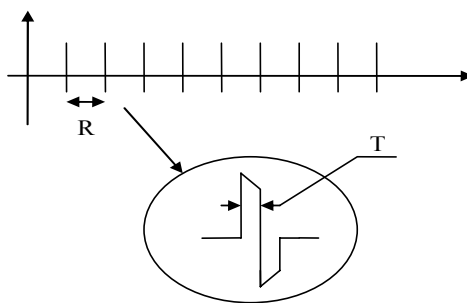
Hình 2. 5: Dạng sóng Faradism

II.1.6. Dạng sóng TENS 2 pha không đối xứng (BF.ASYM)



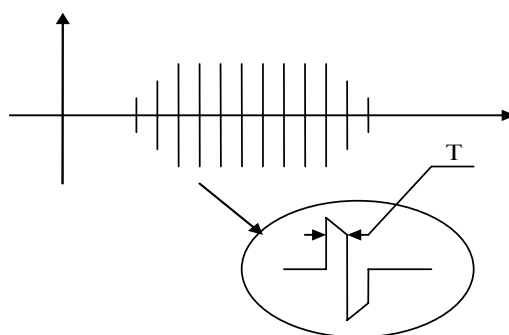
Hình 2. 6: Dạng sóng TENS(BF.ASYM)

II.1.7. Dạng sóng TENS 2 pha đối xứng (BF.SYM)



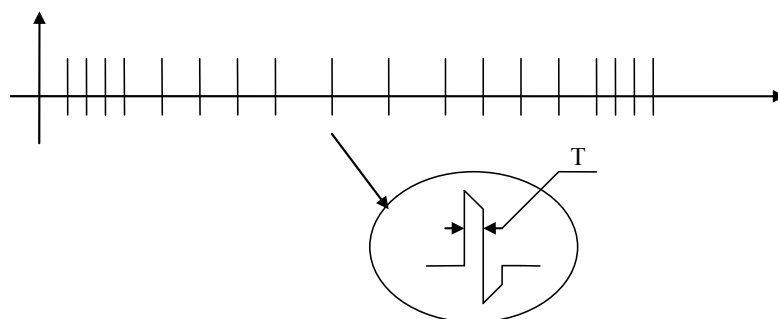
Hình 2. 7: Dạng sóng TENS(BF.SYM)

II.1.8. Dạng sóng TENS 2 pha đối xứng có điều biên (BF.SYM-AM)



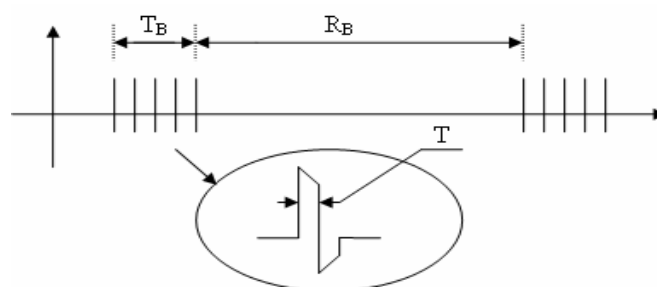
Hình 2. 8: Dạng sóng TENS(BF.SYM-AM)

II.1.9. Dạng sóng TENS 2 pha không đối xứng có điều biên tần số (BF.SYM-FM)



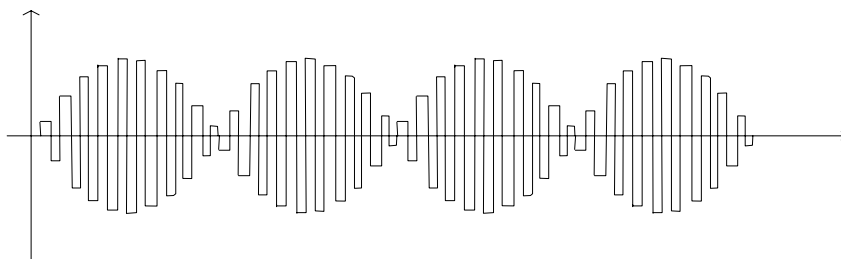
Hình 2. 9: Dạng sóng TENS(BF.SYM-FM)

II.1.10. Dạng sóng TENS 2 pha không đối xứng dạng chùm (TENS BF.ASYM-burst)



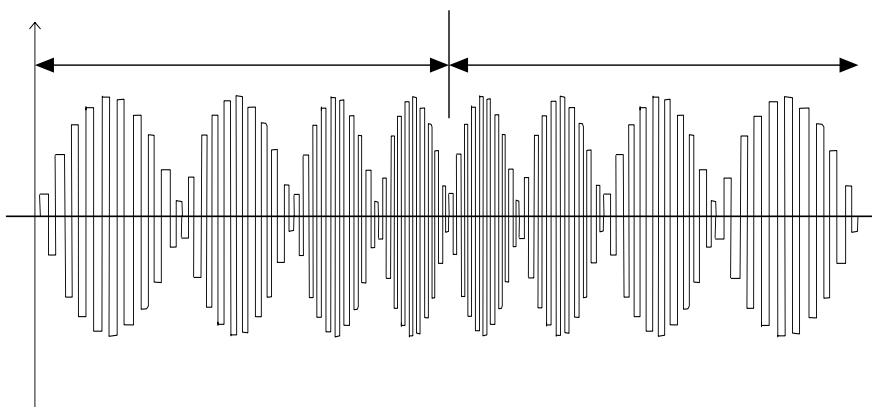
Hình 2. 10: Dạng sóng Burst -TENS

II.1.11. Dạng sóng tần số trung bình MF có điều chế biên độ (MF-AM)



Hình 2. 11: Dạng sóng MF-AM

II.1.12. Dạng sóng tần số trung bình kết hợp điều chế biên độ và tần số



Hình 2. 12: Dạng sóng MF-AM&FM

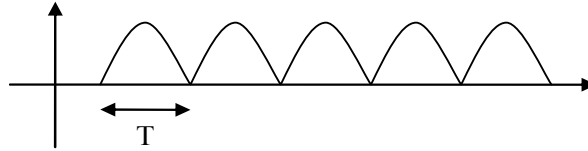
II.2. CÁC CHẾ ĐỘ ĐIỀU TRỊ ĐƯỢC LỰA CHỌN THIẾT KẾ

Các dạng xung điều trị được lựa chọn dựa trên việc khảo sát các chế độ điều trị phổ biến hiện nay, thông qua một loạt các nghiên cứu, khảo sát đo đặc bệnh lý trên các bệnh nhân tại các bệnh viện lớn tại Hà nội. Dưới đây là các chế độ điều trị thông dụng với thực trạng bệnh lý của người dân hiện nay và cũng là các chế độ được lựa chọn khi xây dựng máy điều trị điện xung BK-ET2.

T(s)

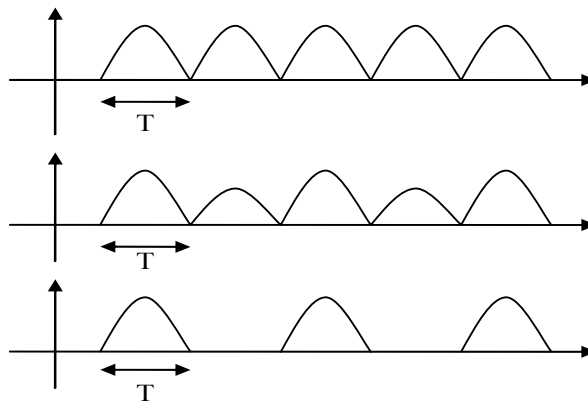
II.2.1. Superficial pain (dia)

2 phút DF ($T = 10\text{ms}$).



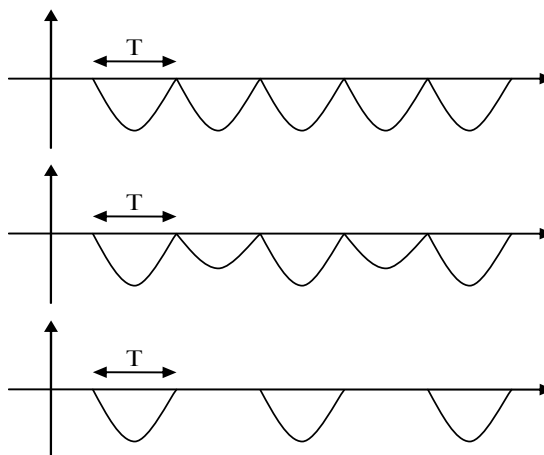
Hình 2. 13: Dạng sóng DF

3 phút LP ($T = 10\text{ms}$).



Hình 2. 14: Dạng sóng LP

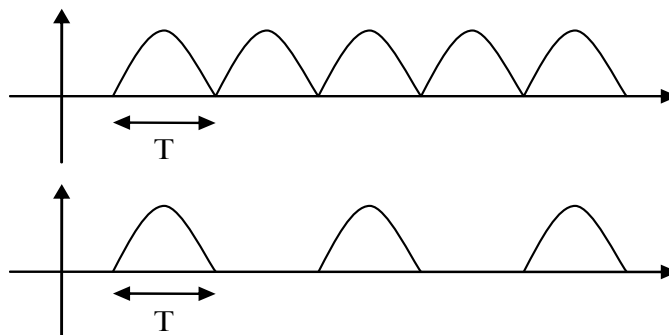
3 phút LP ($T = 10\text{ms}$) đảo cực.



Hình 2. 15: Dạng sóng LP đảo cực

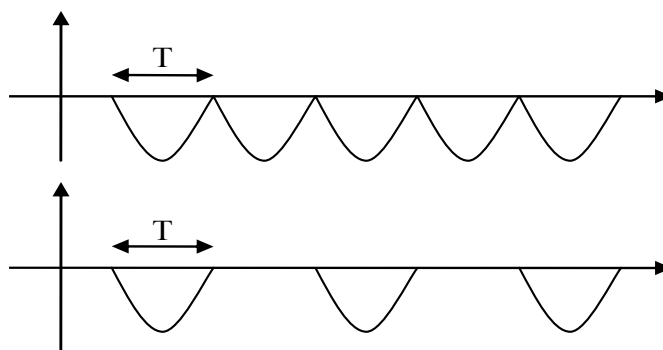
II.2.2. Neurogenic.

3 phút CP ($T = 10\text{ms}$).



Hình 2. 16: Dạng sóng CP

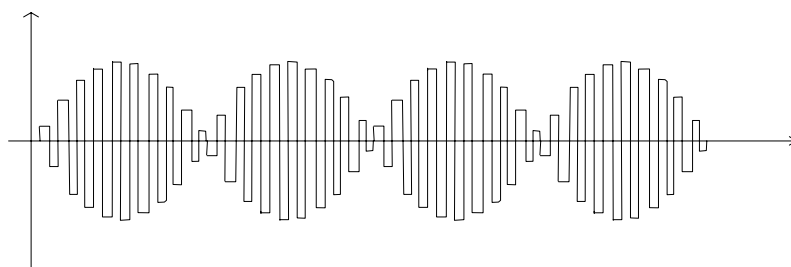
3 phút CP ($T = 10\text{ms}$) đảo cực.



Hình 2. 17: Dạng sóng CP đảo cực

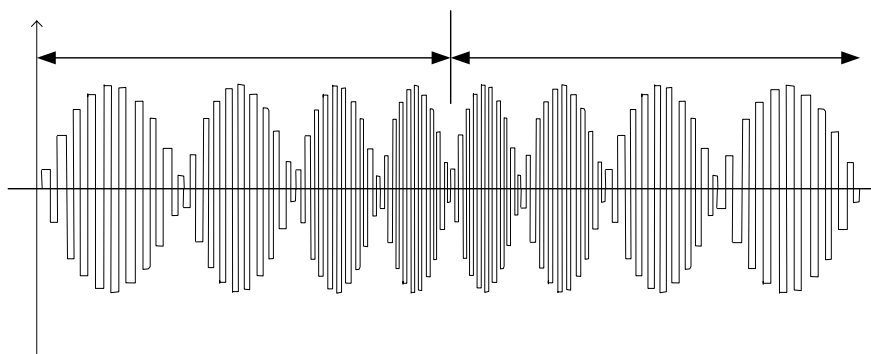
II.2.3. Acute phase (MF)

3 phút MF = 10kHz, AMF = 100Hz.



Hình 2. 18: Dạng sóng MF 10kHz

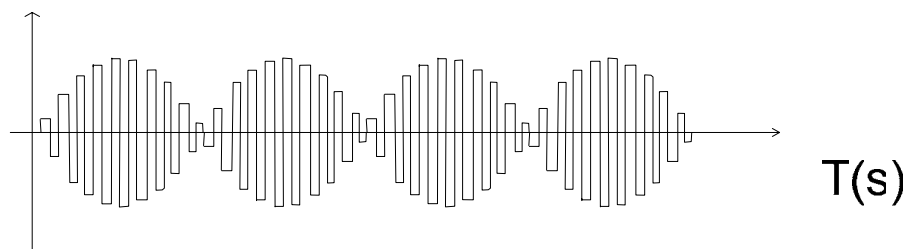
12 phút MF = 10kHz, AMF = 80Hz, biến tần từ 80Hz đến 100Hz, chu kì quét 12/12 (giây).



Hình 2. 19: Dạng sóng MF 10kHz biến tần

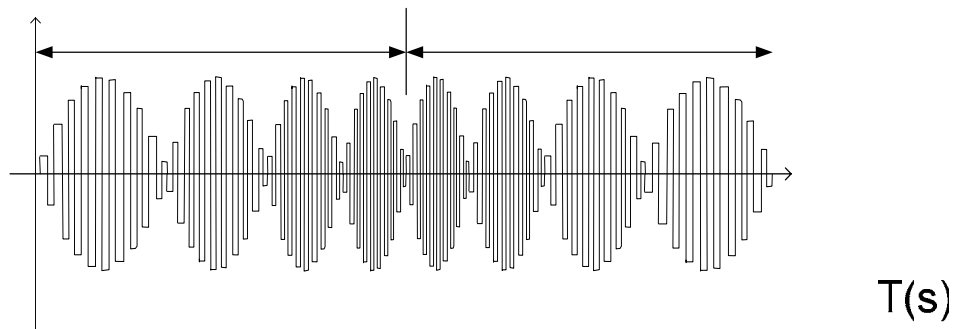
II.2.4. Subacute phase (MF)

3 phút MF = 6kHz, AMF = 100Hz.



Hình 2. 20: Dạng sóng MF 6kHz

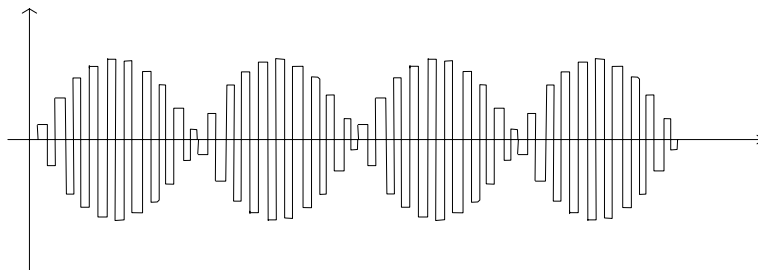
12 phút MF = 6kHz, AMF = 30Hz, biến tần từ 30Hz đến 80Hz, chu kì quét 6/6 (giây).



Hình 2. 21: Dạng sóng MF 6kHz

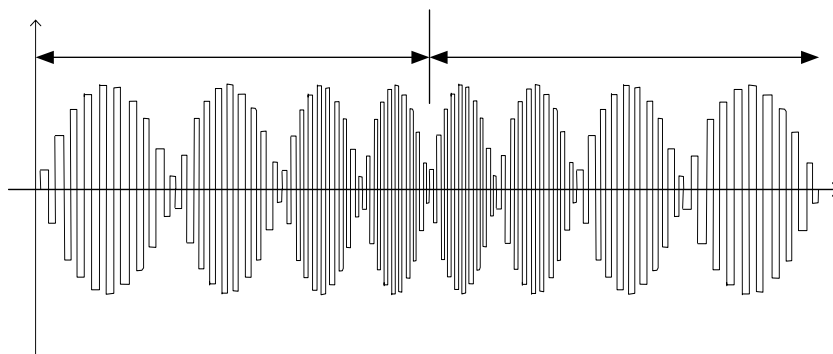
II.2.5. Chronic phase (MF)

5 phút MF = 4kHz, AMF = 20Hz.



Hình 2. 22: Dạng sóng MF 4kHz

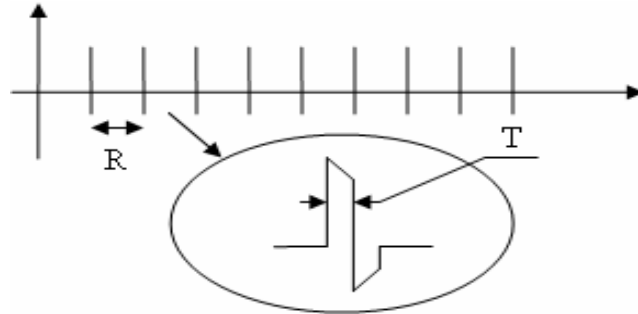
15 phút MF = 4kHz, AMF = 1Hz, biến tần từ 1 Hz đến 30Hz, chu kì quét 1/1 (giây).



Hình 2. 23: Dạng sóng MF 4kHz biến tần

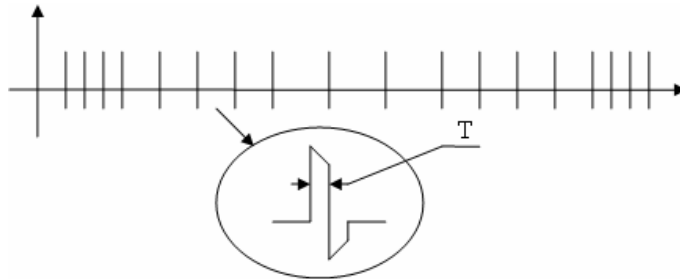
II.2.6. Acute phase (TENS)

5 phút TENS BF.ASYM với $T = 80\mu s$, $f = 80Hz$.



Hình 2. 24: Dạng sóng TENS BF.ASYM

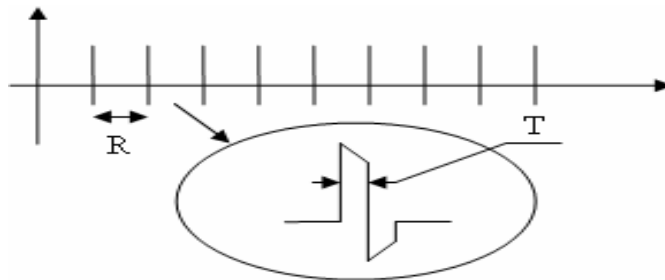
5 phút TENS BF.ASYM với $T = 80\mu s$, biến tần từ 80Hz đến 100Hz, chu kì quét 6/6 (giây).



Hình 2. 25: Dạng sóng TENS BF.ASYM biến tần

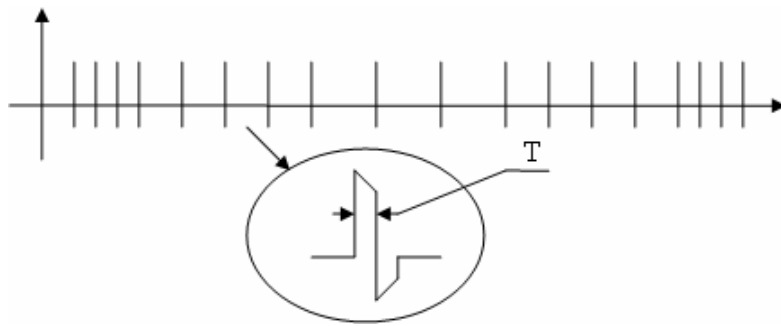
II.2.7. Subacute phase (TENS)

5 phút BF.ASYM với $T = 200\mu s$, $f = 50Hz$.



Hình 2. 26: Dạng sóng TENS BF.ASYM

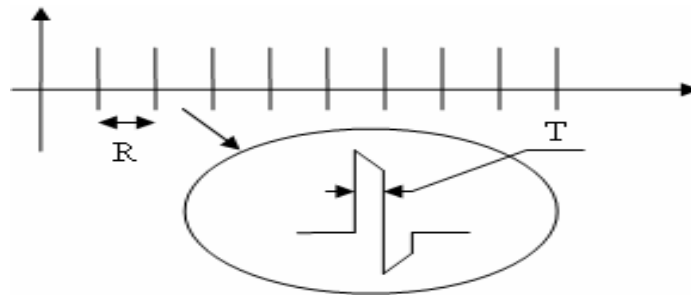
20 phút BF.ASYM với $T = 150\mu s$, biến tần từ 5Hz đến 100Hz.



Hình 2. 27: Dạng sóng TENS -BF.ASYM biến tần

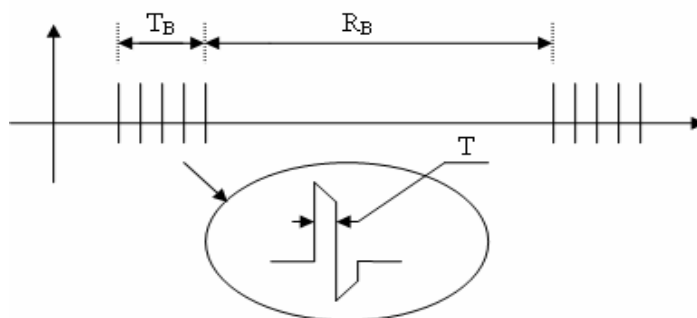
II.2.8. Chronic phase (TENS)

10 phút BF.ASYM với $T = 200\mu s$, $f = 5\text{Hz}$.



Hình 2. 28: Dạng sóng TENS-BF.ASYM

20 phút BF.ASYM với $T = 100\mu s$, $f = 85\text{Hz}$, Burst = 2Hz. $t_b = 100\text{ms}$, $r_b = 400\text{ms}$.

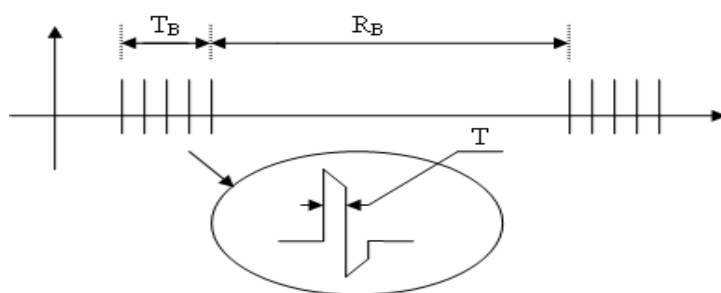


Hình 2. 29: Dạng sóng Burst - TENS

II.2.9. Subacute phase 2 (TENS)

30 phút TENS BF.ASYM với $T = 150\mu s$, $f = 80\text{Hz}$, Burst = 2 Hz.

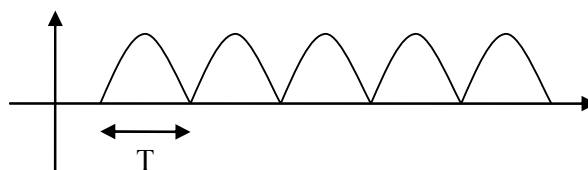
$t_b = 100\text{ms}$, $r_b = 400\text{ms}$.



Hình 2. 30: Dạng sóng Burst TENS

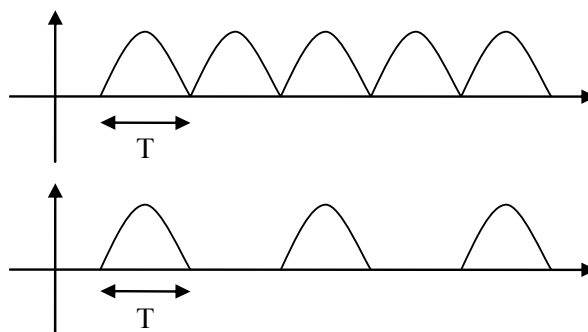
II.2.10. Super ficial circulation improvement (dia).

2 phút DF ($T = 10\text{ms}$).



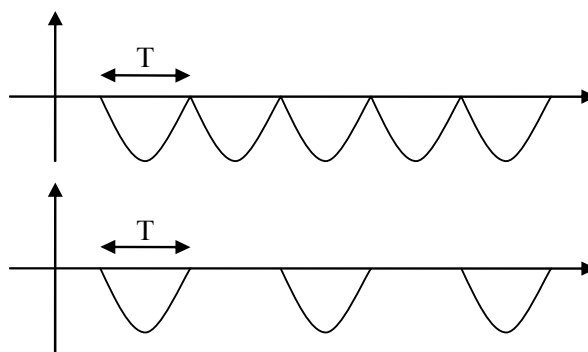
Hình 2. 31: Dạng sóng TENS BF.ASYM

2 phút CP ($T = 10\text{ms}$).



Hình 2. 32: Dạng sóng CP

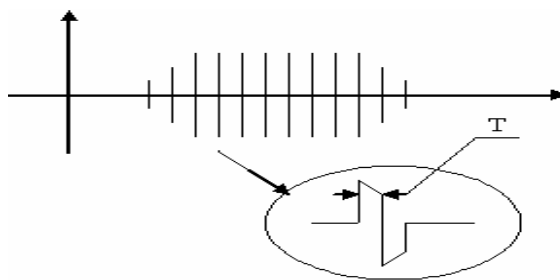
2 phút CP ($T = 10\text{ms}$) đảo cực.



Hình 2. 33: Dạng sóng CP đảo cực

II.2.11. Circulation improvement (TENS)

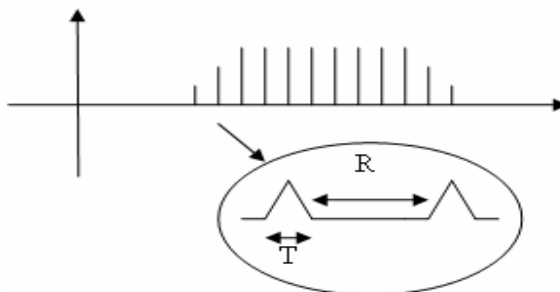
10 phút BF.SYM với $T = 150\mu s$, $f = 15Hz$, nhịp co giãn 1/1/1/3 (second).



Hình 2. 34: Dạng sóng TENS(BF.SYM)

II.2.12. Muscle stimulation (Faradism)

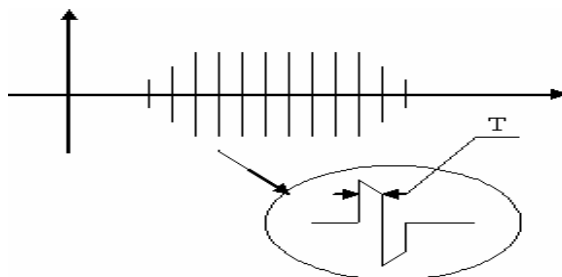
15 phút faradism $T = 1ms$, $r = 19ms$, nhịp co giãn 1/1/1/6 (giây).



Hình 2. 35: Dạng sóng Faradism

II.2.13. Muscle Stimulation (TENS)

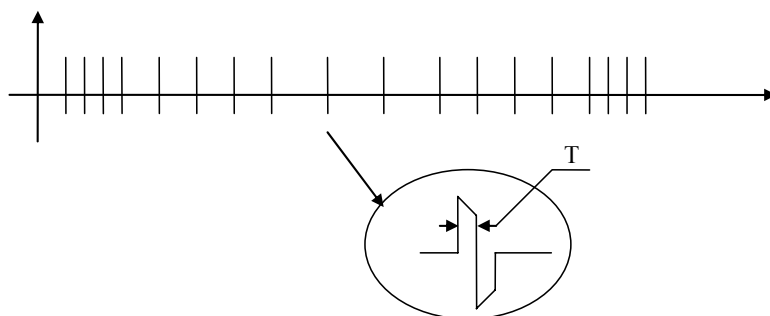
12 phút BF.SYM với $T = 200\mu s$, $f = 35Hz$, nhịp co giãn 3/2/1/6 (giây).



Hình 2. 36: Dạng sóng TENS(BF.SYM) có điều biên

II.2.14. Epicondilitis (TENS)

15 phút BF.SYM với $T = 75\mu s$, biến tần từ 80Hz đến 100Hz, chu kì quét 6/6 (giây).

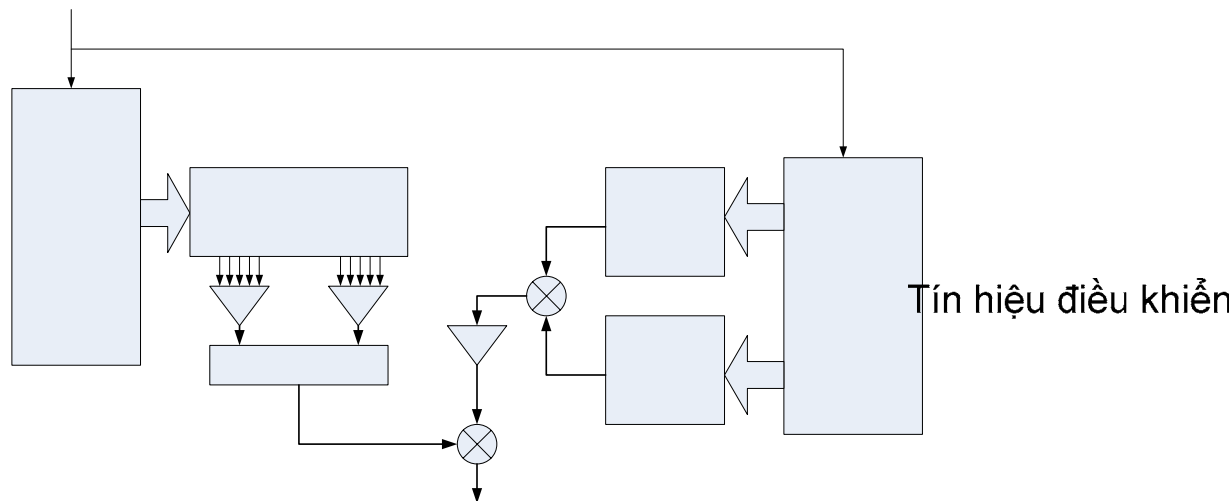


Hình 2. 37: Dạng sóng TENS(BF.SYM) có điều tần

II.3. XÂY DỰNG MODUL PHẦN CỨNG

Về cơ bản để tạo ra được các dạng sóng hay các xung điều trị vẫn không thể thiếu được 1 modul phần cứng để triển khai, 1 thiết kế hợp lý giữa phần cứng và chương trình phần mềm sẽ tạo ra sự tối ưu cho việc xây dựng một thiết bị hay đơn giản là 1 máy điều trị bằng các dòng xung điện. Dưới đây là sơ đồ khối và nguyên lý làm việc được thiết kế và triển khai.

II.3.1. Sơ đồ khối của modul tạo sóng và nguyên lý làm việc.



Hình 2. 38: Sơ đồ khối thiết kế modul phần cứng

Chip tạo

dạng sóng

cơ bản

Bộ chuyển đổi DA

Khuếch

đại

Ghép kênh

Khối tạo sóng bản thân nó bao gồm 2 modul nhỏ:

Modul tạo dạng sóng cơ bản: sử dụng bộ vi điều khiển AT89C52 kết hợp các bộ chuyển đổi số/tương tự (DAC0800), các dạng sóng chính được tạo ra từ modul này, đó là các dạng sóng phức tạp đã được tạo nên trên cơ sở thuật toán bằng ngôn ngữ lập trình cấp cao, sau đó được rời rạc hóa thành bộ cơ sở dữ liệu và được tái tạo lại trên chip xử lý với ngôn ngữ máy Assembly.

Modul tạo tín hiệu điều biên: phối hợp tạo các dạng sóng điều biên đơn giản không đòi hỏi độ chính xác cao, cũng trên cơ sở các chip lập trình họ AT89C52 cùng các bộ biến đổi số/tương tự(DAC0800) để kết hợp với các dạng sóng cơ bản thông qua bộ nhân AD534 được số hóa trên mạch, ngoài ra có thể khống chế biên độ sóng tạo ra cũng thông qua bộ nhân trên mạch cứng, đây là một trong những điểm nhấn cơ bản trong phần thiết kế khối tạo sóng. Như ở trên có thể thấy các dạng xung điều trị là rất đa dạng và phức tạp, từ những dạng sóng đơn giản trên nền tảng cơ bản là các sóng sin cho đến những dạng sóng phức tạp với các sóng TENS điều chế biên độ hay tần số thậm chí

cả điều biên kết hợp điều tần hay các dạng chùm Burst. Trên cơ sở các dạng sóng như trên, trong quá trình thiết kế tính toán phân loại ra thành 2 dạng, đó là dạng sóng cơ bản không điều chế được tạo ra trực tiếp trên modul tạo dạng sóng cơ bản và dạng sóng có điều chế được tạo nên bởi cả 2 modul nói trên.

Ví dụ dưới đây sẽ trình bày minh họa việc xây dựng một dạng sóng phức tạp kiểu có điều chế:

- Đối với chế độ điều trị *Circulation improvement (TENS)*

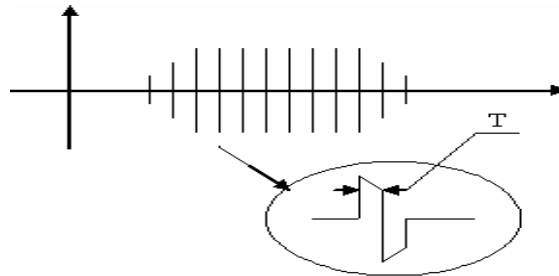
dạng xung điện điều trị sử dụng dạng sóng TENS bên dưới :

- *Circulation improvement (TENS)*

Thông số:

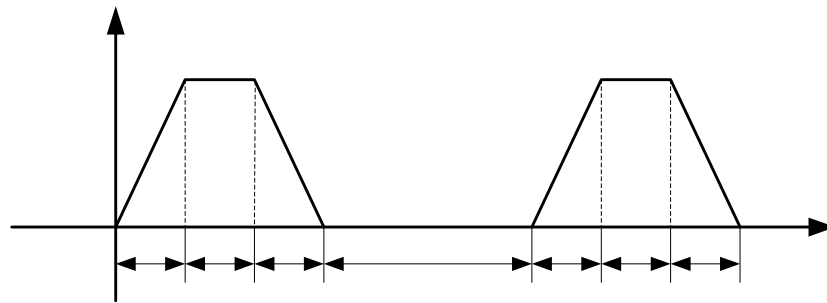
10 phút BF.SYM với $T = 150\mu s$, $f = 15Hz$,

Nhịp co giãn 1/1/1/3 (second).



Hình 2. 39: Dạng sóng TENS(BF.SYM) có điều biên

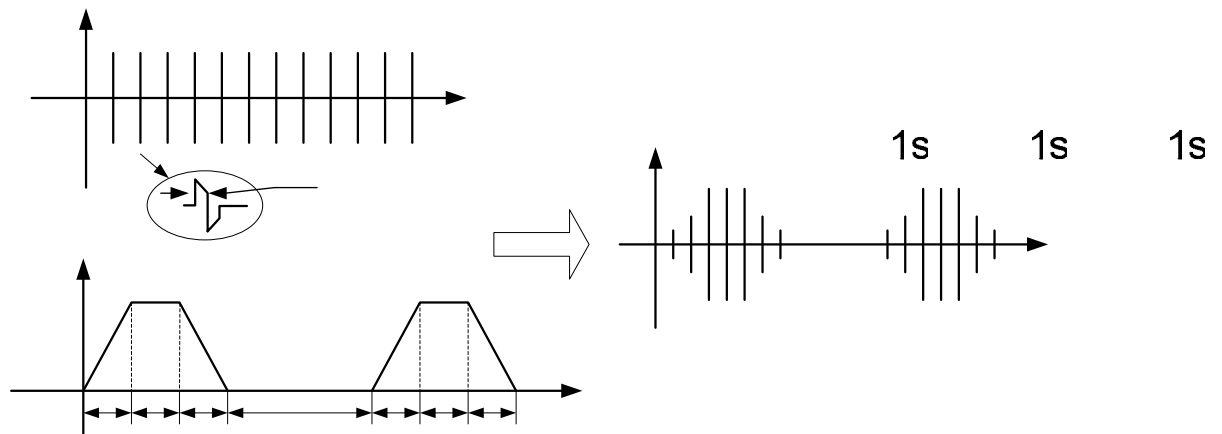
Có thể nhận thấy trên đồ thị dạng xung điện là sự kết hợp của dạng sóng TENS với độ rộng xung $T = 150\mu s$, nhưng tần số sóng TENS là 15Hz, ngoài ra còn có điều chế biên độ với nhịp co giãn 1/1/1/3, có thể biểu diễn dưới đồ thị bên dưới:



A

Hình 2. 40: Nhịp co giãn biên độ

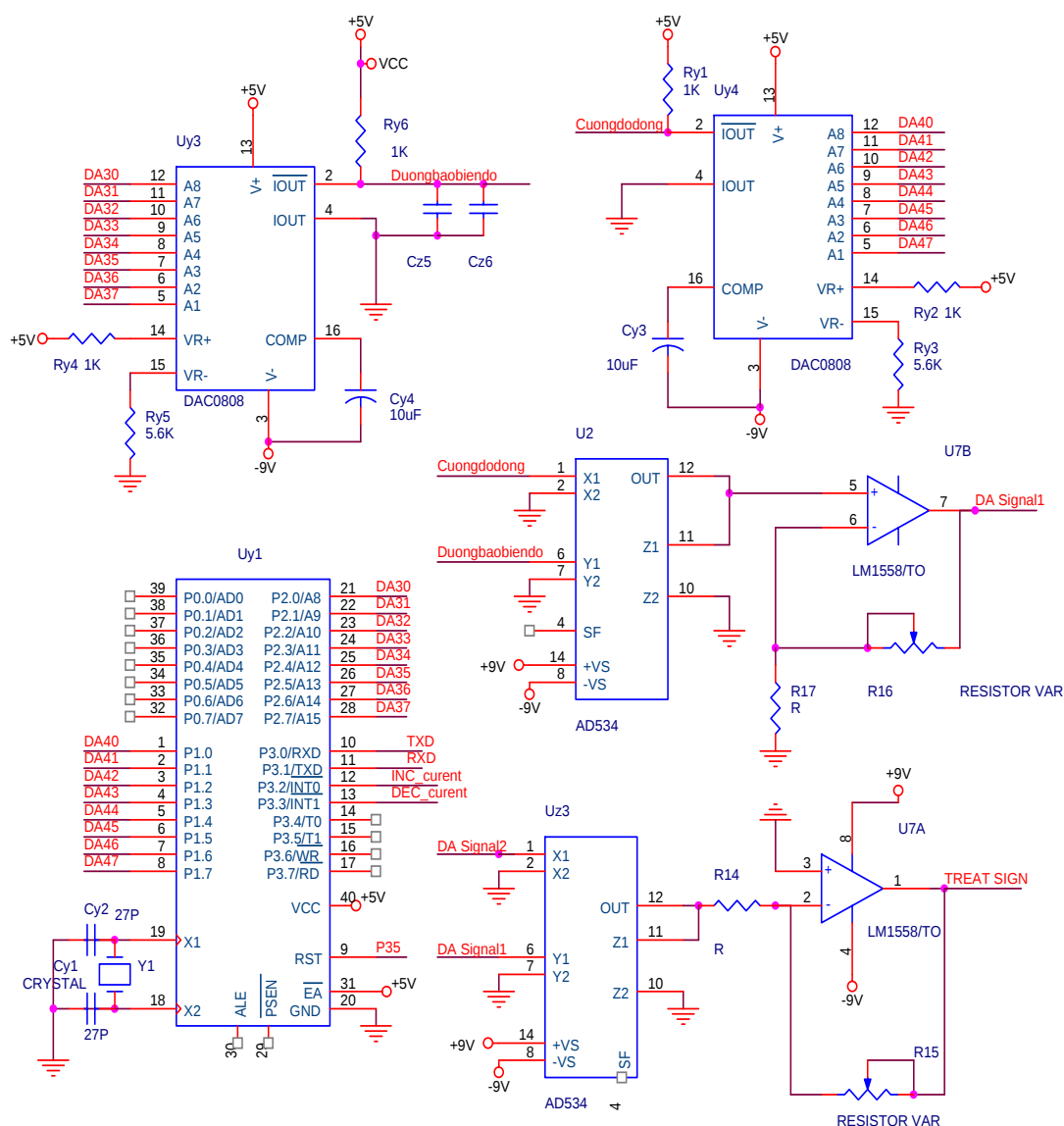
Trong trường hợp này dạng xung điện được chia làm 2 dạng sóng, dạng sóng TENS là dạng sóng cơ bản, còn điều biến biên độ tách thành dạng sóng đường bao.



Hình 2. 41: Cách xây dựng các dạng sóng có điều biên

Sau đó trong quá trình thiết kế, 2 dạng sóng đã tách ra được xây dựng trên 2 modul tạo dạng sóng cơ bản và modul tạo dạng đường bao, cuối cùng được khôi phục lại nhờ 1 bộ nhân tín hiệu tương tự, ta có tín hiệu gốc ban đầu cần xây dựng.

II.3.2. Modul tạo sóng cơ bản



Hình 2. 42: Sơ đồ chi tiết khối tạo dạng sóng cơ bản

Modul tạo dạng sóng cơ bản: sử dụng 1 bộ chuyển đổi DA0808 kết hợp với 2 bộ khuếch đại thuận và đảo ở đầu ra để tạo tín hiệu 2 pha có mức điện

áp đỉnh đỉnh chuẩn cho các dạng sóng ra, với một bộ ghép kênh ngay sau đầu ra của bộ khuếch đại thuận và đảo ta sẽ có được các dạng sóng có hai cực tính. Các dạng sóng này được đưa đến bộ nhân AD534 để điều chỉnh biên độ lần cuối trước khi đi vào khối khuếch đại công suất hoặc có thể được kết hợp điều chế với sóng mang khác từ modul tạo đường bao.

II.3.3. Modul tạo sóng dạng đường bao

Modul tạo đường bao và điều chỉnh biên độ cũng sử dụng một chip vi điều khiển kết nối với 1 bộ chuyển đổi DA thông qua Port 2 để có một tín hiệu đường bao cho các sóng điều chế, tại Port1 của chip vi điều khiển kết nối với 1 bộ chuyển đổi DA khác để tạo tín hiệu một chiều tương tự nhằm mục đích điều chỉnh điện áp hay dòng ra một cách số hóa. Cả hai tín hiệu tạo tương tự tạo ra từ 2 bộ DA đều được đưa qua bộ nhân rồi tới bộ khuếch đại đệm để đạt được điện áp phù hợp trước khi đi tới bộ nhân thứ 2 để nhân tín hiệu với tín hiệu tạo dạng sóng cơ bản được nói ở trên. Cuối cùng tín hiệu đi ra khỏi bộ nhân cuối cùng được khuếch đại tạo điện áp chuẩn cho đầu vào khối khuếch đại công suất.

II.3.4. Sơ qua về các linh kiện sử dụng trong Modul tạo sóng

Về cơ bản Modul khối tạo sóng được thiết kế và xây dựng dựa trên 1 loạt tổ hợp của các IC số và IC lập trình được (vi điều khiển). Dưới đây sẽ trình bày sơ qua 1 số chức năng và sơ đồ chân của các linh kiện chủ yếu, nguyên lý làm việc và phối ghép trên modul.

II.3.4.1. Chip vi điều khiển AT89C51

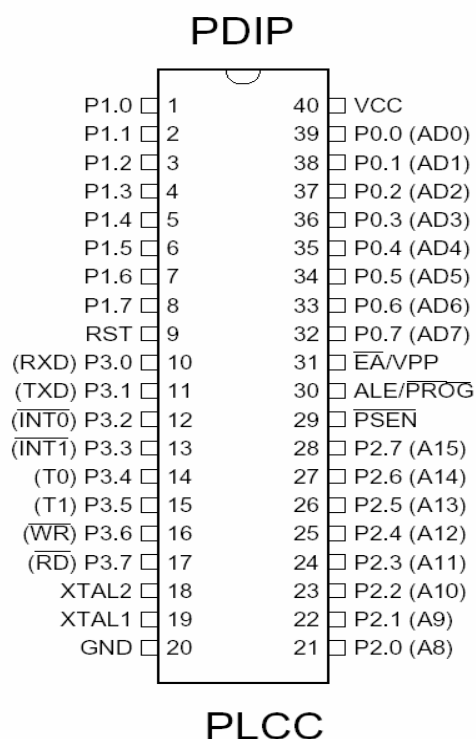
Hiện tại có rất nhiều loại chip khác nhau có thể sử dụng làm chip điều khiển trong khối điều khiển trung tâm. Qua việc tham khảo đặc tính kỹ thuật, tính đơn giản trong thiết kế, trong việc viết chương trình tôi đã chọn chip vi

điều khiển họ AT89CS51 của Atmel bởi việc hỗ trợ chương trình nạp, bộ nhớ Flash ROM ưu việt và việc ghép nối với ngoại vi thuận tiện rất thuận lợi cho việc nâng cấp phát triển sau này.

Việc nạp chương trình điều khiển cho chip điều khiển trung tâm thông qua một mạch nạp chương trình đi kèm với phần mềm chuyên dụng được cung cấp bởi hãng sản xuất.

Với một phần mềm có thể tải trên mạng ta có thể tiến hành nạp chương trình cho chip ngay trên môi trường Win. Ta có thể chọn lựa một trong số các phần mềm sau ez2, ez3 hay ez4 ngay trên trang web của Atmel.

- Đặc tính kĩ thuật của chip AT89C51 sử dụng trong thiết kế:



Hình 2. 43: Sơ đồ chân chip AT89C51

AT89C51 là một hệ vi tính 8 bit đơn chip CMOS có hiệu suất cao, công suất nguồn tiêu thụ thấp và có 4Kbyte bộ nhớ ROM Flash xóa được/lập trình

được. Chip này được sản xuất dựa vào công nghệ bộ nhớ không mất nội dung có độ tích hợp cao của Atmel.

Chip AT 8951 cũng tương thích với tập lệnh và các chân ra của chuẩn công nghiệp MCS 51. Flash trên chip này cho phép bộ nhớ chương trình được lập trình lại trên hệ thống hoặc bằng bộ lập trình bộ nhớ không mất nội dung quy ước. Bằng cách kết hợp một CPU linh hoạt 8bit với Flash trên một chip đơn thể.

Atmel 89C51 là một hệ vi tính 8 bit đơn chip mạnh cho ta một giải pháp có hiệu quả về chi phí và rất linh hoạt đối với các ứng dụng điều khiển.

AT89C51 có các đặc trưng chuẩn sau:

- 4 Kbyte Flash ROM.
- 128 byte RAM.
- 32 đường nhập/xuất.
- 2 bộ định thời/đếm 16 bit.

Một cấu trúc ngắt 2 mức ưu tiên và 5 nguyên nhân ngắt.

1 port nối tiếp song công.

Tạo xung clock trên chip.

Ngoài ra AT89C51 được thiết kế với logic tĩnh cho hoạt động có tần số giảm xuống không và hỗ trợ hai chế độ tiết kiệm năng lượng được lựa chọn bằng phần mềm.

Chế độ nghỉ dừng CPU trong khi vẫn cho phép RAM, các bộ định thời/đếm, port nối tiếp và hệ thống ngắt tiếp tục hoạt động.

Chế độ nguồn giảm duy trì nội dung của RAM nhưng không cho mạch dao động cung cấp xung clock nhằm vô hiệu hoá các hoạt động khác của chip cho đến khi có reset cứng tiếp theo.

a) Các chân:

Như ta thấy 32 trong số 40 chân ra của 8951 có công dụng nhập/xuất, tuy nhiên 24 trong số 32 đường này có hai mục đích (công dụng). Mỗi một đường có thể hoạt động xuất/nhập hay hoạt động như một đường điều khiển hoặc hoạt động như một đường địa chỉ/dữ liệu của bus địa chỉ/dữ liệu đưa hợp.

32 chân ở trên hình thành 4 port - 8 bit. Với các thiết kế yêu cầu một mức tối thiểu bộ nhớ ngoài hoặc các thành phần bên ngoài khác, ta có thể sử dụng các port này làm mục đích xuất/nhập. 8 đường cho mỗi port có thể được xử lý như một đơn vị giao tiếp với các thiết bị song song như máy in, bộ biến đổi D/A, vv... hoặc mỗi đường có thể hoạt động độc lập giao tiếp với một thiết bị đơn bit như chuyển mạch, LED, BJT, FET cuộn dây, động cơ, loa, vv...

- Port 0 :

Port 0 có hai công dụng. Trong các thiết kế có tối thiểu thành phần, port được sử dụng làm nhiệm vụ xuất/nhập. Trong các thiết kế lớn hơn có bộ nhớ ngoài, port 0 trở thành bus địa chỉ và dữ liệu đưa hợp. (byte thấp của bus địa chỉ nếu là địa chỉ).

- Port 1 :

Port 1 chỉ có một công dụng duy nhất là nhập xuất. Các chân của Port 1 được dùng để giao tiếp với thiết bị bên ngoài khi có yêu cầu. Không có chức năng nào nữa được gán cho Port 1 có nghĩa là chúng chỉ được sử dụng cho giao tiếp với thiết bị ngoại vi.

- Port 2 :

Port 2 có hai công dụng, hoặc làm nhiệm vụ xuất/nhập hoặc là byte địa chỉ cao của bus địa chỉ 16 bit cho các thiết kế có bộ nhớ chương trình ngoài hoặc các thiết kế có nhiều hơn 256byte bộ nhớ dữ liệu ngoài.

- Port 3 :

Port 3 có hai công dụng. Khi không hoạt động xuất/nhập, các chân của Port 3 có nhiều chức năng riêng.

Bảng dưới đây cho ta chức năng của các chân Port 3 và 2 chân P1.0 và P1.1 của Port 1.

Bit	Tên	Địa chỉ bit	Chức năng
P3.0	RxD	B0H	Chân nhận dữ liệu của port nối tiếp
P3.1	TxD	B1H	Chân phát dữ liệu của port nối tiếp
P3.2	$\overline{INIT0}$	B2H	Ngõ vào ngắt ngoài 0
P3.3	$\overline{INIT1}$	B3H	Ngõ vào ngắt ngoài 1
P3.4	T0	B4H	Ngõ vào của bộ định thời/đếm 0
P3.5	T1	B5H	Ngõ vào của bộ định thời/đếm 1
P3.6	$\overline{WR}$	B6H	Điều khiển ghi bộ nhớ dữ liệu ngoài
P3.7	$\overline{RD}$	B7H	Điều khiển đọc bộ nhớ dữ liệu ngoài
P1.0	T2	90H	Ngõ vào của bộ định thời/đếm 2
P1.1	T2EX	91H	Nạp lại/thu nhận của bộ định thời

- Chân SRT:

Ngõ vào reset. Mức cao trên chân này trong hai chu kỳ máy trong khi bộ dao động đưa ng hoạt động sẽ reset AT89C51.

- Chân cho phép chốt bộ nhớ chương trình $\overline{PSEN}$:

Chân cho phép bộ nhớ chương trình $\overline{PSEN}$ (program store enable) điều khiển truy xuất bộ nhớ chương trình ngoài. Khi AT98C51 đưa ng thực thi chương trình trong bộ nhớ chương trình ngoài. $\overline{PSEN}$ tích cực hai lần cho mỗi chu kỳ máy, ngoại trừ trường hợp 2 tác động của $\overline{PSEN}$ bị bỏ qua cho mỗi lần truy xuất bộ nhớ dữ liệu bên ngoài.

- *Chân cho phép chốt địa chỉ $\overline{ALE}/\overline{PROG}$:*

AT89C51 sử dụng chân 30, chân xuất tín hiệu cho phép chốt địa chỉ ALE (address latch enable) cho phép chốt byte thấp của địa chỉ trong thời gian truy xuất bộ nhớ ngoài. Chân này cũng được dùng làm ngõ vào xung lập trình trong thời gian lập trình cho Flash.

Tín hiệu ALE có tần số bằng 1/6 tần số của mạch dao động bên trong chip vi điều khiển và có thể được dùng làm xung clock cho phần còn lại của hệ thống hay mục đích định thời từ bên ngoài. Nếu mạch dao động có tần số 12 MHz, tín hiệu ALE có tần số 2 MHz. Ngoại lệ duy nhất là trong mỗi một chu kì truy xuất bộ nhớ dữ liệu ngoài một xung ALE sẽ được bỏ qua.

- *Chân truy xuất ngoài $\overline{EA}/V_{pp}$:*

Chân cho phép truy xuất bộ nhớ ngoài $\overline{EA}$ (External Access Enable) phải được nối với GND để cho phép chip vi điều khiển tìm nạp lệnh từ các vị trí nhớ của bộ nhớ chương trình ngoài, bắt đầu từ địa chỉ 0000H cho đến FFFFH. Tuy nhiên cần lưu ý là nếu bit khoá 1 (Lock bit 1) được lập trình, $\overline{EA}$ sẽ được chốt bên trong khi reset.

$\overline{EA}$ nên nối với V_{cc} để thực thi chương trình bên trong.

Chân $\overline{EA}/V_{pp}$ còn nhận điện áp cho phép lập trình V_{pp} , trong thời gian lập trình cho Flash, điện áp này cấp cho các bộ phận có yêu cầu điện áp 12V.

- *XTAL1:*

Ngõ vào đến mạch khuếch đại đảo của mạch dao động và ngõ vào đến mạch tạo xung clock bên trong chip.

- *XTAL2:*

Ngõ ra từ mạch khuếch đại đảo của mạch dao động.

b) Tổ chức bộ nhớ:

Hầu hết các bộ vi xử lý (CPU) đều có không gian nhớ chung cho dữ liệu và chương trình. Điều này cũng hợp lý vì các chương trình thường được lưu trên đĩa và được nạp vào trong RAM để được thực thi, vậy cả hai, dữ liệu và chương trình, đều lưu trữ trong RAM.

Các chip điều khiển hiếm khi được sử dụng giống như các CPU trong các hệ máy tính, thay vào đó chúng được dùng làm thành phần trung tâm trong các thiết kế hướng điều khiển, trong đó có bộ nhớ chương trình có dung lượng giới hạn, không có ổ đĩa và hệ điều hành. Chương trình điều khiển phải thường trú trong ROM.

Do lý do trên, AT89C51 có không gian nhớ riêng cho chương trình và cho dữ liệu. Bộ nhớ chương trình và bộ nhớ dữ liệu phải đặt trong chip, tuy nhiên ta có thể mở rộng bộ nhớ chương trình và bộ nhớ dữ liệu bằng cách sử dụng các chip nhớ bên ngoài.

Bộ nhớ nội trong chip bao gồm Flash ROM và RAM. RAM trên chip bao gồm vùng RAM đưa chức năng (nhiều công dụng), vùng RAM với từng bit được định địa chỉ (gọi là vùng RAM định địa chỉ bit), các dây (bank) thanh ghi và các thanh ghi chức năng đặc biệt SFR (special function register).

Không gian nhớ nội này được chia thành : các dây thanh ghi ($00H \div 1FH$), vùng RAM định địa chỉ bit ($20H \div 2FH$), vùng RAM đưa mục đích ($30H \div 7FH$) và các thanh ghi chức năng đặc biệt ($80H \div FFH$).

- *Vùng RAM đưa mục đích:*

Mặc dù vùng RAM đưa mục đích có 80 byte đặt ở địa chỉ $30H \div 7FH$, bên dưới vùng địa chỉ này từ địa chỉ $00H \div 2FH$ là vùng nhớ có thể sử dụng tương tự (mặc dù các vị trí nhớ này có các mục đích khác như thảo luận dưới đây). Bất kỳ vị trí nhớ nào trong vùng RAM đưa mục đích đều có thể được truy xuất tự do bằng cách sử dụng các kiểu định địa chỉ trực tiếp hoặc gián tiếp.

- *Vùng RAM định địa chỉ bit:*

AT89C51 chứa 210 vị trí bit được định địa chỉ trong đó có 128 bit chứa trong các byte ở địa chỉ từ 20H đến 2FH ($16\text{byte} \times 8\text{bit} = 128\text{ bit}$) và phần còn lại chứa trong các thanh ghi chức năng đặc biệt.

Truy xuất các bit thông qua phần mềm là đặc trưng mạnh của hầu hết các bộ vi điều khiển. Các bit có thể được set, xoá, AND, OR, vv... bằng một lệnh. Hầu hết các bộ vi xử lý yêu cầu một chuỗi lệnh đọc ghi sửa để nhận được cùng một kết quả. Ngoài ra AT89C51 còn có các port xuất/nhập có thể định địa chỉ từng bit, điều này làm đơn giản việc giao tiếp bằng phần mềm với các thiết bị nhập/xuất đơn bit.

- *Các dãy thanh ghi:*

32 vị trí thấp nhất của bộ nhớ nội chứa các dãy thanh ghi. Các lệnh của AT89C51 hỗ trợ 8 thanh ghi từ R0 đến R7 thuộc dãy 0 (bank 0). Đây là dãy mặc định sau khi reset hệ thống. Các thanh ghi này ở các địa chỉ từ 00H đến 07H.

Các lệnh sử dụng thanh ghi từ R0 đến R7 là các lệnh ngắn và thực hiện nhanh hơn so với các lệnh tương đương sử dụng kiểu định địa chỉ trực tiếp. Các giá trị dữ liệu thường được sử dụng nên chứa ở trong một các thanh ghi này. Dãy các thanh ghi được sử dụng gọi là dãy thanh ghi tích cực. Dãy thanh ghi tích cực có thể được thay đổi bằng cách thay đổi bit chọn dãy trong từ trạng thái chương trình PSW.

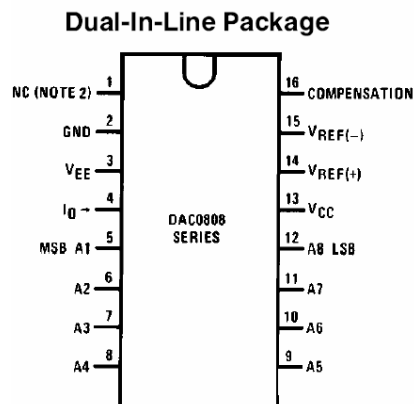
II.3.4.2. *Bộ chuyển đổi số - tương tự*

Trong bộ chuyển đổi số – tương tự mà ta sử dụng là IC chuyển đổi DA0808, DAC 0808 là bộ chuyển đổi 8 bit D/A đầu ra được chia theo dòng, dòng điện ra sẽ thay đổi $\pm 1\text{LSB}$ của 255 bước nhảy theo tỉ lệ $I_{\text{REF}}/256$. Thay

đổi tuyến tính 8 bit sẽ có dòng đầu ra thay đổi 4mA nếu 8 bit có giá trị 0 với $I_{REF} > 2mA$.

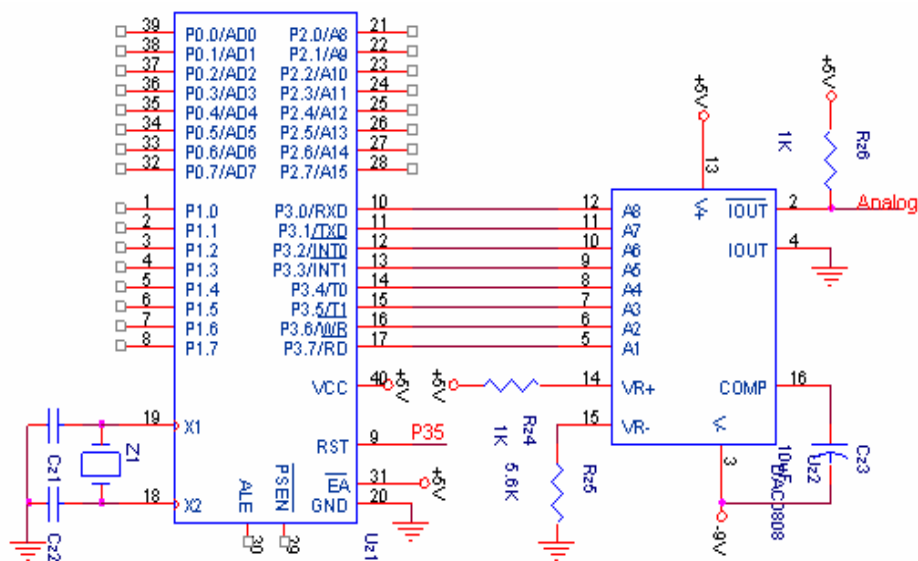
Đặc điểm và thông số của DAC 0808:

- Sai số tương đối : $\pm 0,1\%$
- Độ chênh lệch dòng : $\pm 1 \text{ LSB}$
- Thời gian thay đổi nhanh nhất : $150 \mu s$
- Tương thích với đầu vào TTL, CMOS
- Tốc độ chuyển đổi : $8 \text{ mA}/\mu s$
- Điện áp nguồn cấp ở phạm vi : $\pm 4,5V \square \square 18V$
- Công suất tiêu thụ : $33mW$ ở $\pm 5V$



Hình 2. 44: Sơ đồ chân của DAC 0808

Thông thường DAC được phối ghép với chip vi điều khiển như sau:



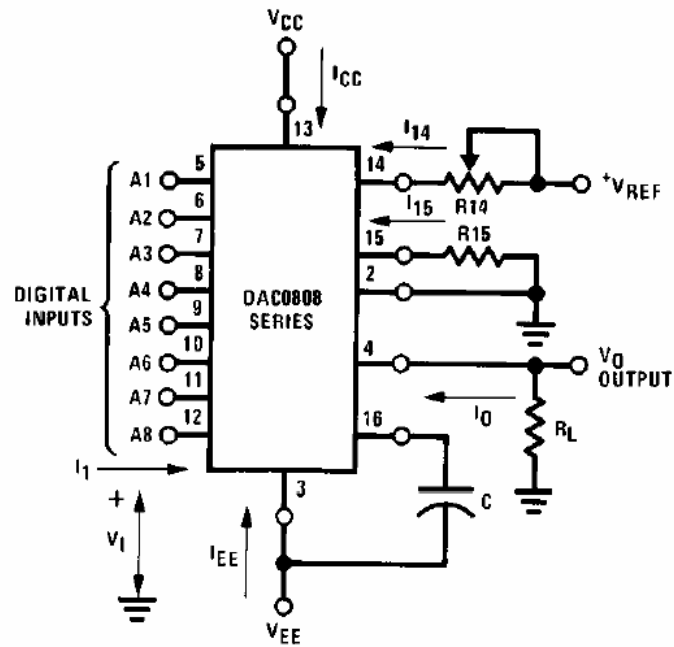
Hình 2. 45: Sơ đồ ghép nối chip vi điều khiển với DAC

Kí hiệu	Thông số	Điều kiện	Min	Thay đổi	Max	Đơn vị
E_r	Sai số tương đối DAC0808LC (LM1408-8) Thời gian chuyển đổi 1/2LSB	$T_A=25^{\circ}\text{C}$		150	$\pm 0,19$	% % μS
T_{PLH} T_{PHL}	Thời gian lan truyền trễ	$T_A=25^{\circ}\text{C}$		30	100	μS
TC I_0	Mức lệch dòng đầu ra			$\square 20$		ppm/ $^{\circ}\text{C}$
MSB V_{IH} V_{IL}	Mức logic đầu ra Mức cao, logic 1 Mức thấp, logic 0				0,8	V_{dc} V_{dc}

MSB	Dòng số tín hiệu vào Mức cao Mức thấp	$V_{IH}=5V$ $V_{IL}=0,8V$		0 -0,008	0,04 -0,8	mA mA
I_{15}	Dòng phân cực so sánh đầu vào			-1	-3	μA
I_0	Dòng ra Dòng ra khi tất cả là bit thấp	$V_{REF}=2V$ $R_{14}=1K\Omega$	1,9	1,99 0	2,1 4	mA μA
	Phạm vi dòng ra	$V_{EE} = -5V$ $V_{EE} = -15V$ $T_A=25^\circ C$		2,0 2,0	2,1 4,2	mA mA
	Điện áp ra chấp nhận được	$E_r \leq 0,19\%$ $T_A=25^\circ C$			-0,95+0,4 -0,5+0,4	V_{dc} V_{dc}
SRI_{REF}	Mức độ thay đổi dòng so sánh			8		$\mu A/\mu S$
	Công suất dòng cung cấp	$\square V_{EE} \square \leq 5V$		0,05	2,7	$\mu A/V$
I_{CC} I_{EE}	Công suất dòng cung cấp (các bit vào ở mức thấp)			2,3 4,3	22 -13	mA mA
	Tất cả các bit thấp	$V_{CC}=5V$; $V_{EE}=-5V$ $V_{CC}=5V$; $V_{EE}=-15V$		33 106	170 305	mW mW
	Tất cả các bit cao	$V_{CC}=15V$;		90		mW

		$V_{EE} = -5V$ $V_{CC} = 15V$; $V_{EE} = -15V$		160		mW
--	--	---	--	-----	--	----

- Mạch test DAC0808



Hình 2. 46: Mạch test dòng ra của DAC0808

$$I_{out} = K(A_1/2 + A_2/2 + \dots + A_8/2)$$

$$K = V_{ref}/R_{14}$$

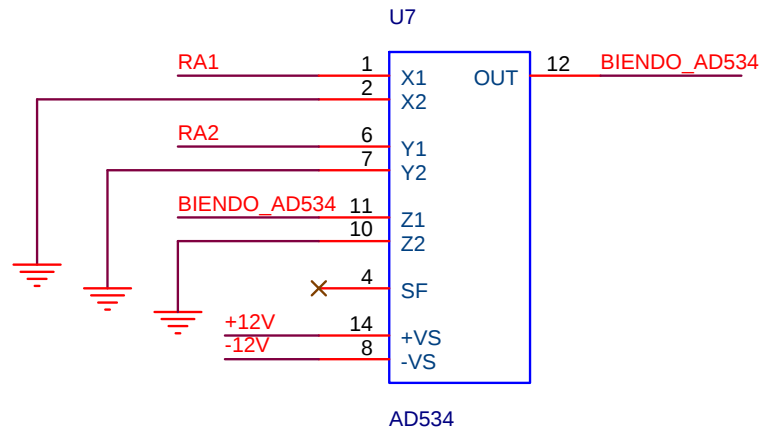
$A_N = 1$ nếu A_N được đặt ở mức cao.

$A_N = 0$ nếu A_N được đặt ở mức thấp.

II.3.4.3. IC nhân tín hiệu tương tự (AD534)

Ở đây ta dùng IC nhân tương tự cho độ chính xác cao với hai tín hiệu vào nhỏ. IC AD534 dùng với điện áp 12V nên rất thuận tiện cho việc thiết

kế. Không những thế, nó còn nhỏ gọn và độ chính xác còn lớn hơn các mạch điều biên tương tự rất nhiều.

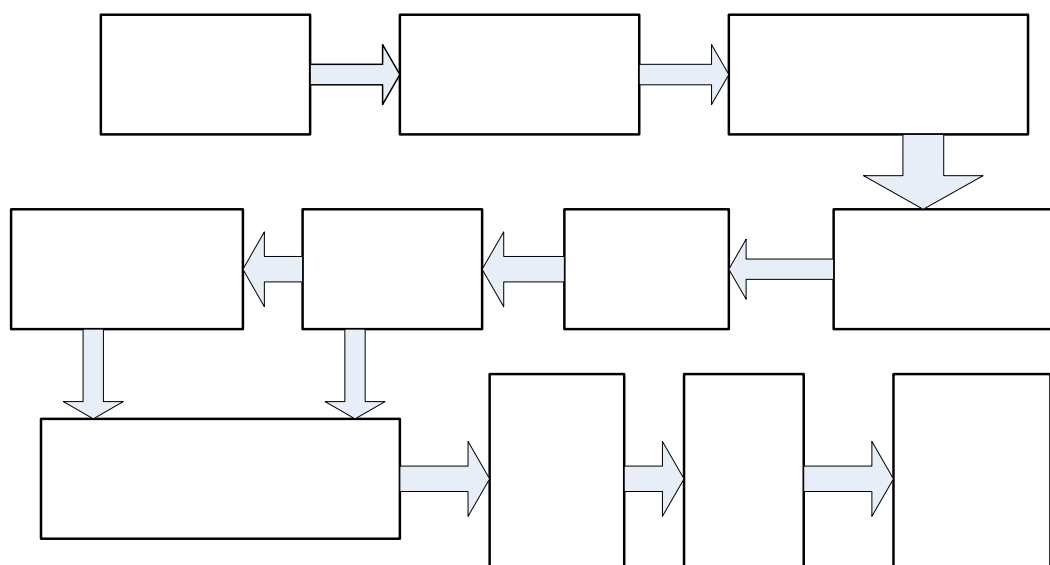


Hình 2. 47: Sơ đồ mạch cho IC nhân tín hiệu tương tự

CHƯƠNG III: XÂY DỰNG CHƯƠNG TRÌNH TẠO CÁC DẠNG SỐNG

III.1. MÔ HÌNH CÔNG VIỆC

Việc xây dựng chương trình phần mềm thực tế là 1 phần trong chuỗi thiết kế, bắt đầu từ việc lựa chọn phương án thiết kế, ở đây là xây dựng phần mềm trên nền một modul phần cứng sau khi đã xác định rõ mục tiêu thiết kế, tức là đã xác định và phân loại các dạng xung điện cần phải tạo ra. Trên cơ sở đó xây dựng mô hình công việc để xây dựng chương trình tạo các dạng sóng như sau:



Hình 3. 1: Mô hình xây dựng các dạng sóng cần thiết kế

III.1.1. Dạng sóng cần thiết kế

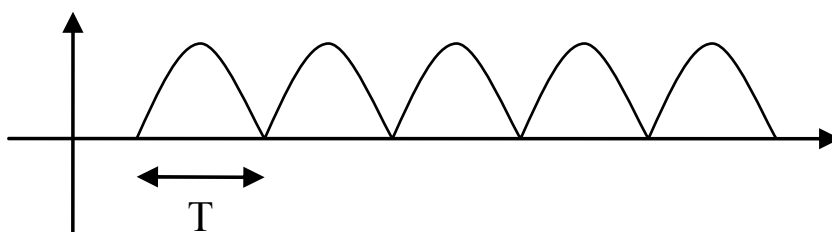
Chính là các dạng sóng đã được lựa chọn cho mục đích thiết kế và được trình bày chi tiết trong chương II.

III.1.2. Tính toán tần số f , chu kì T

Có thể nhận thấy các dạng sóng rất đa dạng, đối với các dạng sóng cơ bản dựa trên tín hiệu sine thì tần số f và chu kì T rất dễ nhận thấy hay tính toán, còn đối với các dạng sóng có điều chế tần số và biên độ thì phức tạp hơn, bởi ta cần xác định rất nhiều thông số như thời gian có xung, tần số xung(hay chu kì xung), ngoài ra còn có tần số nền, tần số điều biến, nhịp co giãn nếu có kết hợp điều chế biên độ.

Ví dụ:

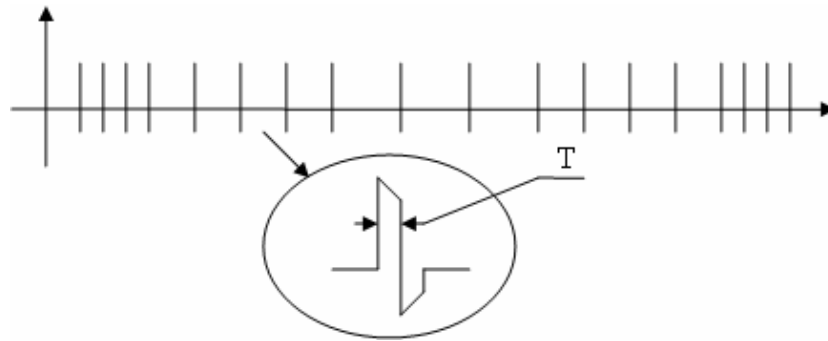
- Dạng sóng DF trong chế độ điều trị ***Superficial Pain(dia)***:
 $T = 10\text{ms}$, tần số $f = 100\text{Hz}$



Hình 3. 2: Dạng sóng DF

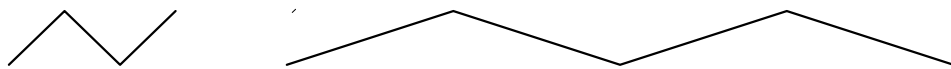
Dạng sóng TENS trong chế độ điều trị ***Acute Phase (TENS)***

TENS BF.ASYM dạng xung vuông 2 pha không đối xứng với thời gian có xung $T = 80\mu\text{s}$, tần số nền $f = 80\text{Hz}$, tần số điều biến 20Hz , chu kì quét 6/6 (giây)



Hình 3. 3: Dạng sóng TENS(BF.ASYM) có biến tần

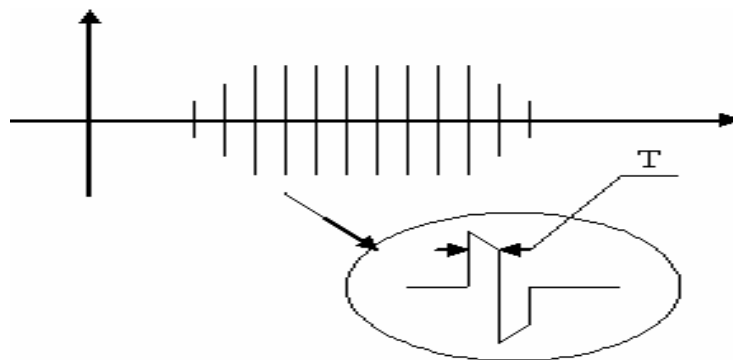
Điều biến tần số theo nhịp 6/6 (giây) được biểu diễn như bên dưới:



Hình 3. 4: Nhịp biến điệu tần số

- Dạng sóng TENS trong chế độ điều trị **Muscle Stimulation (TENS)**

TENS BF.SYM với thời gian xung $T = 200\mu s$, tần số $f = 35Hz$, điều biến biên độ với nhịp co giãn 3/2/1/6 (giây).



Hình 3. 5: Dạng sóng TENS(BF.SYM) điều biến biên độ

6

6

20Hz

6"

Nhịp điều biến biên độ được biểu diễn như bên dưới:



Hình 3. 6: Nhịp biến điệu biên độ

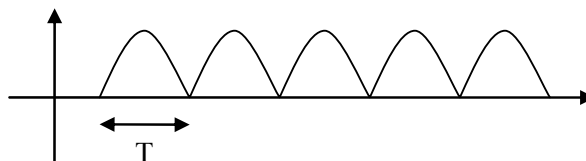
III.1.3. Lựa chọn 1 chu kì cơ bản của dạng sóng

Về cơ bản các dạng sóng đều là sự tuần hoàn của 1 dạng sóng cơ bản, sau khi xác định được chu kì T , tần số f , tần số nền hay khoảng tần số biến điệu, nhịp cơ giản cho tần số hoặc biên độ trong 1 chu kì ta có thể đưa ra dạng sóng đặc trưng cho 1 chu kì.

Ví dụ:

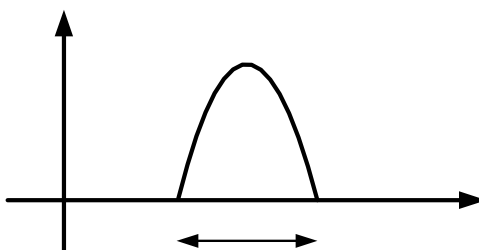
- Dạng sóng DF trong chế độ điều trị ***Superficial Pain(dia)***:

$T = 10\text{ms}$, tần số $f = 100\text{Hz}$



Hình 3. 7: Dạng sóng DF

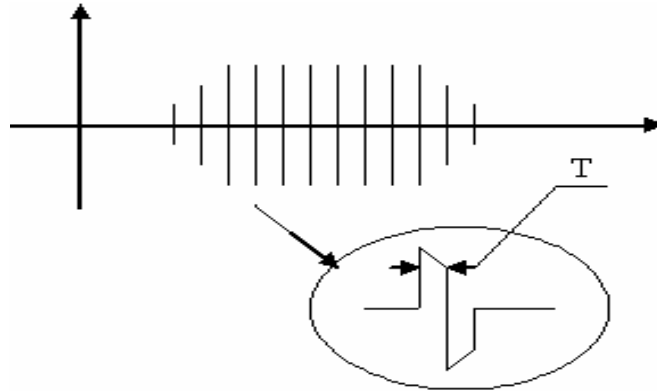
Ta có chu kì cơ bản:



Hình 3. 8: Một chu kì cơ bản của dạng sóng DF

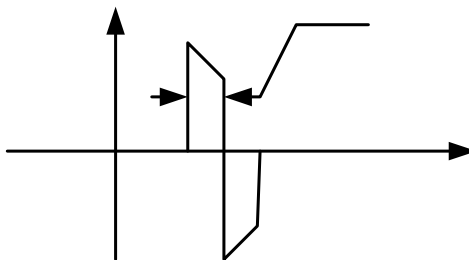
- Dạng sóng TENS trong chế độ điều trị ***Muscle Stimulation (TENS)***

TENS BF.SYM với thời gian xung $T = 200\mu s$, tần số $f = 35Hz$, điều biến biên độ với nhịp co giãn 3/2/1/6 (giây).

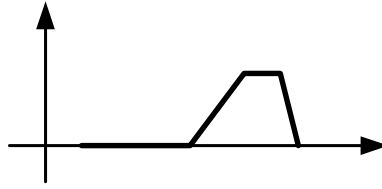


Hình 3. 9: Dạng sóng TENS(BF.SYM) điều biến biên độ

Ta có 2 dạng sóng cho 1 chu kì cơ bản, đó là dạng sóng TENS 2 pha đối xứng và dạng sóng đường bao tạo dạng điều biến.



Hình 3. 10: 1 chu kì cơ bản của dạng sóng TENS(BF.SYM)



Hình 3. 11: Chu kì cơ bản của dạng sóng đường bao

III.1.4. Lấy mẫu trên chu kì cơ bản

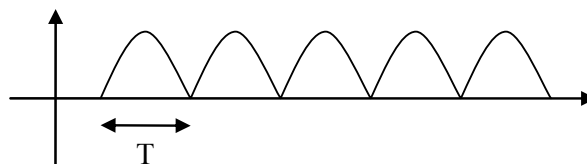
Sau khi xác định được chính xác dạng sóng trong 1 chu kì gốc, dựa trên cơ sở phần cứng đã thiết kế, tính toán, thử nghiệm để tính toán trong một chu kì cần tạo ra bao nhiêu mẫu thì có thể tạo ra dạng sóng có dạng như đã lựa chọn trong thiết kế.

Trong modul thiết kế bộ chuyển đổi DAC0808 là DAC 8 bit, mức tín hiệu chuẩn ở đầu ra được tính toán là chuẩn 5V khi 8bit ở mức cao và 0V khi 8 bit ở mức thấp, tức là trong dải 0V đến 5V ta có 225 mức giá trị cho biên độ của mỗi dạng sóng.

Ví dụ:

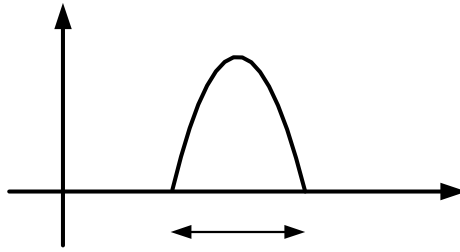
- Dạng sóng DF trong chế độ điều trị ***Superficial Pain(dia)***:

$T = 10\text{ms}$, tần số $f = 100\text{Hz}$



Hình 3. 12: Dạng sóng DF

Ta có chu kì cơ bản:

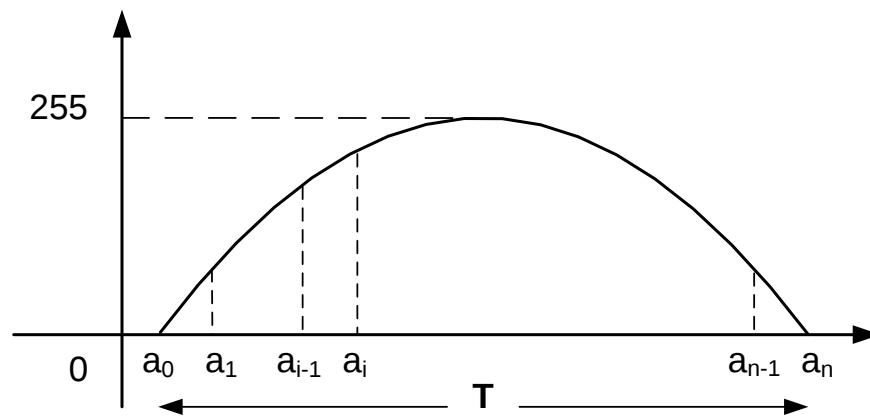


Hình 3. 13: 1 chu kì cơ bản của dạng sóng DF

Lấy mẫu trên 1 chu kì, n là số mẫu, với T là chu kì thì ta có

$t_s = \frac{T}{n}$ là thời gian tồn tại của 1 mẫu a_i , trong thiết kế, tùy theo các dạng

sóng khác nhau ta sẽ có số mẫu n tương ứng khác nhau, kéo theo thời gian t_s có các giá trị khác nhau.



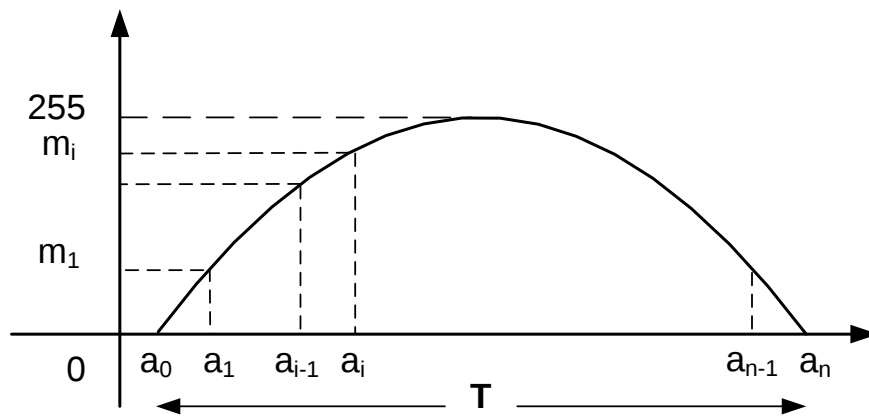
Hình 3. 14: Lấy mẫu trên 1 chu kì

III.1.5. Lượng tử hóa

Vẫn lấy tín hiệu tương tự dạng sine làm ví dụ, ta thấy dạng sóng sine được rời rạc thành các n mẫu từ a_1 đến a_n , ở đây số mẫu n càng lớn thì tín hiệu được tạo ra từ các mẫu càng mịn, việc tạo ra tín hiệu sine bằng phương pháp

số hóa dựa trên bộ chuyển đổi DAC chính là khôi phục lại tín hiệu sine từ các mẫu a_1 đến a_n này.

Tương ứng với mỗi mẫu a_i là 1 giá trị lượng tử m_i , quá trình có được m_i chính là quá trình lượng tử hóa, việc này được xác định dựa trên cơ sở phân cứng sử dụng DAC 8 bit hay 16 hay 32 bit và mức tín hiệu đầu ra của các khối ADC là bao nhiêu.



Hình 3. 15: Quá trình lượng tử hóa

Trong thiết kế, mức tín hiệu đầu ra được thiết kế cực đại là 5V tương ứng với giá trị 255(8 bit đầu vào của DAC0808 ở trạng thái cao), nếu số mẫu được chọn là n , vậy với mẫu a_i sẽ có giá trị biên độ m_i được tính :

- Giá trị tại đầu vào bộ chuyển đổi số DAC :

$$m_i = \frac{255}{\frac{n}{2}} \times i \quad (\text{III.1.5.1})$$

- Giá trị điện áp tương ứng tại đầu ra của bộ DAC :

$$m_i = \frac{5}{\frac{n}{2}} \times i \quad (\text{III.1.5.2})$$

III.1.6. Số hóa tín hiệu

Có thể thấy từ công thức (III.1.5.1) ta thấy các mẫu a_i sẽ có tương ứng các giá trị biên độ là a_i , với công thức tính trên giá trị m_i có thể là các số không nguyên trong khi các mức đầu vào tương ứng của bộ DAC là 256 mức có giá trị từ 0 đến 255, do đó các giá trị m_i không nguyên sẽ được làm tròn với giá trị gần nhất, ví dụ $m_i = 4,2531$ có thể lấy giá trị nguyên gần nhất là 4 hoặc với $m_i = 125,753$ có thể lấy giá trị tương đương là 126.. Vậy sau khi số hóa tín hiệu thì m_i luôn có giá trị nguyên nằm trong dải từ 0 đến 255.

Dưới đây là số liệu sau khi số hóa tín hiệu cho dạng sóng DF với thang lượng tử là 128 mức từ 0 đến 127, với số mẫu $n = 32$;

Bảng số hóa tín hiệu cho 1 chu kì của dạng sóng DF:

a_0	0	a_8	90	a_{16}	127	a_{24}	90
a_1	12	a_9	98	a_{17}	127	a_{25}	81
a_2	24	a_{10}	106	a_{18}	125	a_{26}	71
a_3	37	a_{11}	112	a_{19}	122	a_{27}	60
a_4	48	a_{12}	118	a_{20}	118	a_{28}	48
a_5	60	a_{13}	122	a_{21}	112	a_{29}	37
a_6	71	a_{14}	125	a_{22}	106	a_{30}	24
a_7	81	a_{15}	127	a_{23}	98	a_{31}	12

III.1.7. Xây dựng phần mềm trung gian

Đối với các dạng sóng có nhiều tham số phức tạp có điều chế về tần số hoặc biên độ thì từ dạng sóng cần thiết kể đến khi tạo được bảng số liệu số hóa nói trên, tất cả các quá trình phải thực hiện và được tính toán hoàn toàn bằng tay.

Tuy nhiên với các dạng sóng có quy luật đơn giản và không có điều chế tín hiệu thì toàn bộ quá trình từ dạng sóng cần thiết kể để tạo lên bảng cơ sở dữ liệu dạng số hóa như trên có thể thực hiện ngắn gọn bởi 1 phần mềm đơn giản trên ngôn ngữ C.

Dưới đây là 1 đoạn chương trình thực hiện việc tạo cơ sở dữ liệu cho các dạng sóng được xây dựng cơ bản trên dạng sóng sine.

```
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#define PI 3.1415927
#define MAX 1024
#define BYTE 255
main()
{
    FILE *fp, *fopen();
    double x,y;
    fp= fopen("sine51.scr","w");
    for (x = 0, x <= MAX, ++ x)
    {
        y = ((sin((x/MAX)*(2*PI)) + 1)/2)*BYTE;
        fprintf(fp, " DB %3d\\", (int)y );
    }
}
```

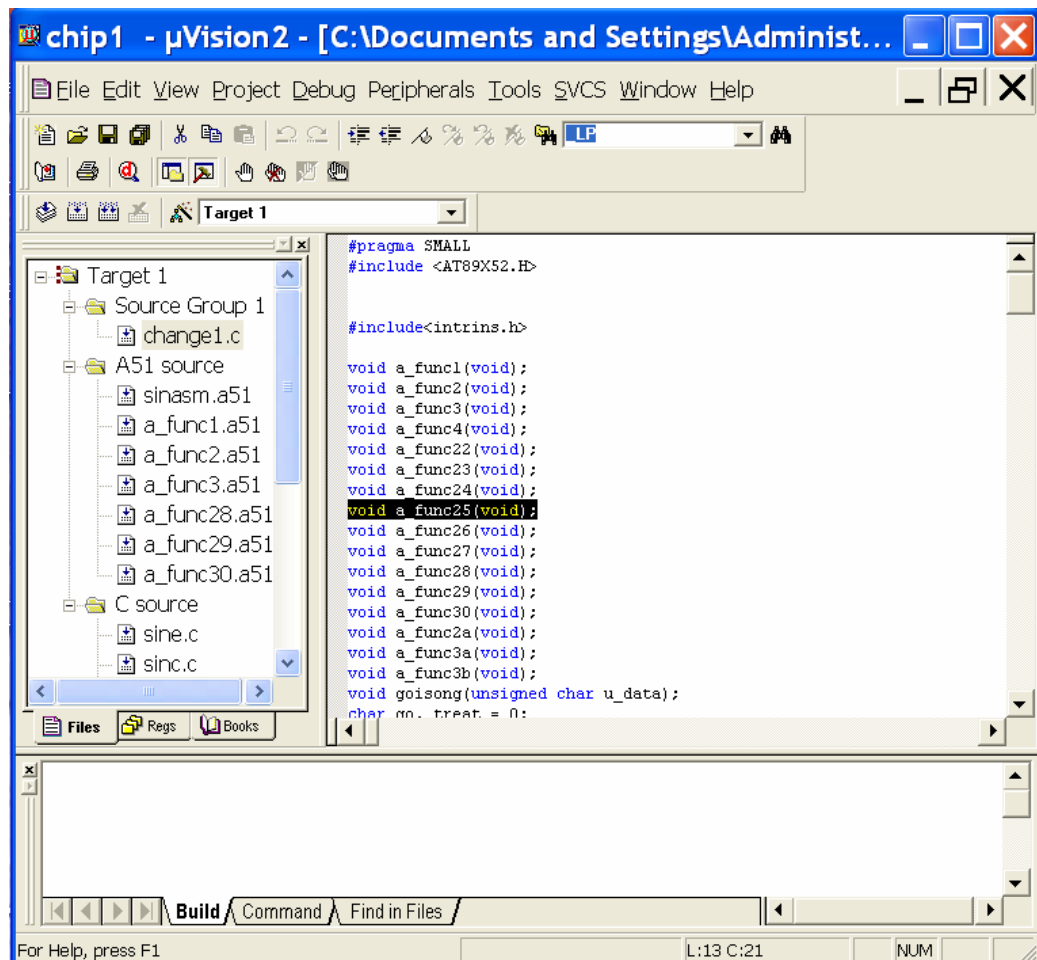
III.1.8. Nạp cơ sở dữ liệu vào chip tạo sóng

Sau khi hoàn tất việc số hóa dữ liệu cho tất cả các dạng sóng, các dữ liệu này được nạp vào chip tạo sóng tương ứng với các dạng sóng cơ bản hay các dạng sóng đường bao trên modul. Để thực hiện điều này cần xây dựng chương trình phần mềm, chương trình này được tạo trên môi trường Keil C, là phần mềm hỗ trợ viết chương trình và nạp cho các dòng chip vi điều khiển nói chung, họ AT89C51 của Atmel nói riêng. Thông qua phần mềm chương trình tạo trên môi trường Keil C, các dữ liệu số hóa sẽ được đưa ra và thông qua bộ chuyển đổi DAC sẽ tạo ra các dạng sóng như đã được lựa chọn thiết kế. Tại đầu ra của bộ chuyển đổi DAC ta sẽ có dạng sóng giống như mục tiêu thiết kế, tuy nhiên qua toàn bộ các quá trình như trên, dạng sóng tạo ra sẽ không giống hoàn toàn như dạng sóng mong muốn và tại đầu ra của DAC sử dụng các mạch tương tự ta sẽ có được dạng sóng hoàn toàn có thể chấp nhận với mục tiêu thiết kế cũng như đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật về mục đích trị liệu.

III.2. XÂY DỰNG PHẦN MỀM CHƯƠNG TRÌNH

Toàn bộ chương trình thiết kế đều viết trên môi trường của phần mềm lập trình vi điều khiển Keil C, đây là một ngôn ngữ rất mạnh về lập trình cho các chip điều khiển. Keil C cho phép lập trình trên 2 ngôn ngữ chính là ngôn ngữ C và ngôn ngữ máy Assembly, một điểm nổi bật là một hệ thống thư viện hỗ trợ rất mạnh và đưa dạng cho ngôn ngữ C, đặc biệt là các thư viện hỗ trợ cho các chip điều khiển. Sự kết hợp mềm dẻo giữa 2 ngôn ngữ C và Assembly cũng là một trong những đặc tính mềm dẻo và rất linh hoạt.

Bên dưới là giao diện của phần mềm lập trình vi điều khiển Keil C:



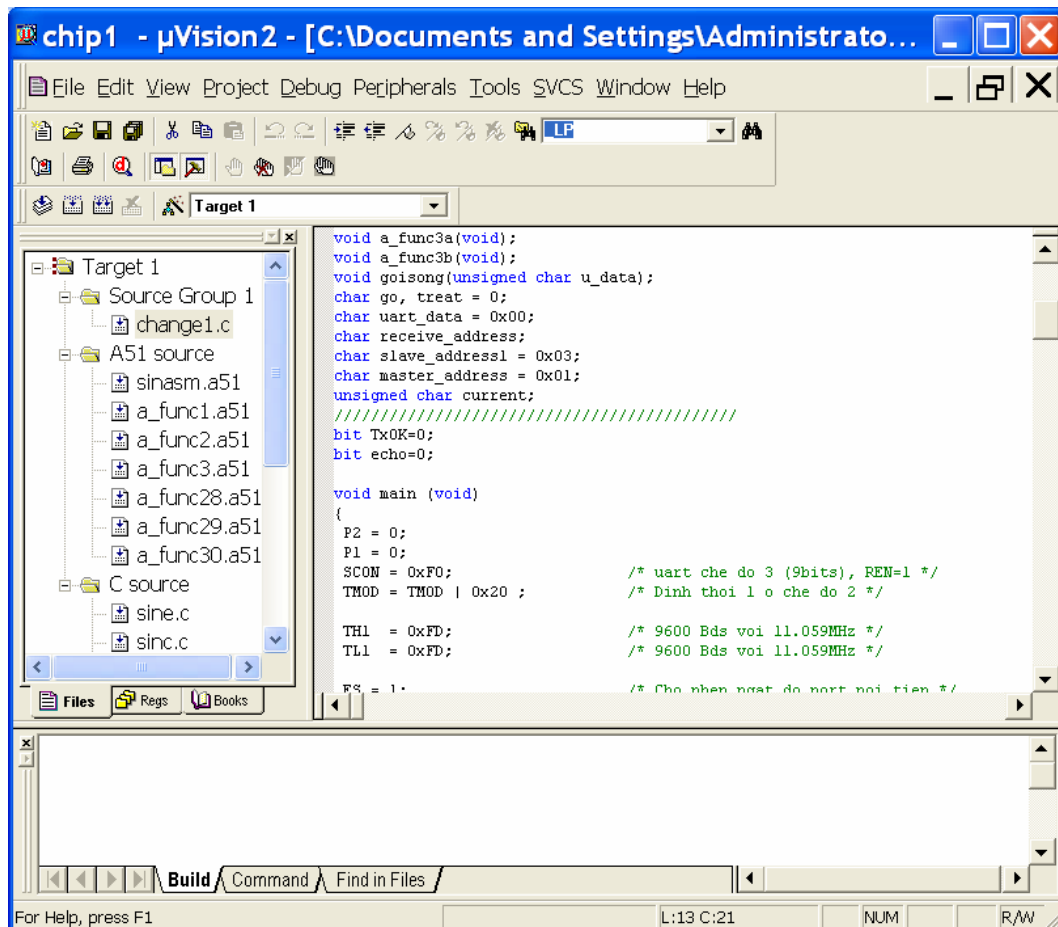
Hình 3. 16: Giao diện phần mềm lập trình Keil C

Cũng như phần thiết kế mạch, phần mềm chương trình cũng được viết theo từng modul nhỏ để điều khiển, xây dựng phần mềm theo modul như vậy sẽ dễ dàng giám sát hoạt động của hệ thống cũng như kiểm tra và khắc phục lỗi.

Theo như thiết kế mạch thì có 2 modul chương trình, đó là modul chương trình cho khối tạo sóng cơ bản và modul chương trình cho khối tạo dạng sóng đường bao.

III.2.1 Modul chương trình cho khối tạo dạng sóng đường bao

Quản lý và xây dựng các dạng sóng đường bao cho các dạng xung điều trị phức tạp, như các dạng sóng TENS có điều chế tần số hoặc biên độ, dạng chùm TENS(Burst – TENS) hay các dạng xung điều trị MF có kết hợp nhịp co giãn tần số. Các chương trình con được xây dựng dựa trên cả 2 ngôn ngữ C và Assembly sao cho đơn giản và hiệu quả nhất.



Hình 3. 17: Viết chương trình cho khối tạo dạng sóng đường bao

Một chương trình viết bằng ngôn ngữ Assembly tạo dạng đường bao dạng sine cho các dạng xung MF.

//-----

```

//Khởi tạo cho đoạn mã Assembly
//-----
NAME sin_asm
PUBLIC sinasm
asmseg SEGMENT CODE
RSEG asmseg
sinasm:
//-----
//Đoạn chương trình chính
//-----
LCALL OPERATION
RET
OPERATION:
MOV R3,ACC
JUMP:
LCALL LOOPSINE
DJNZ R3,JUMP
MOV P2, #0
RET
//-----
//Chương trình con tạo dạng sine
//-----
LOOPSINE:
//-----
//Khởi tạo vòng lặp rồi đưa ra các số liệu đã số hóa trong bảng cơ sở dữ
liệu cho các dạng sóng

```

//-----

```
MOV P2,# 0
LCALL WAIT_SINE
MOV P2,# 12
LCALL WAIT_SINE
MOV P2,# 24
LCALL WAIT_SINE
MOV P2,# 37
LCALL WAIT_SINE
MOV P2,# 48
LCALL WAIT_SINE
MOV P2,# 60
LCALL WAIT_SINE
MOV P2,# 71
LCALL WAIT_SINE
MOV P2,# 81
LCALL WAIT_SINE
MOV P2,# 90
LCALL WAIT_SINE
MOV P2,# 98
LCALL WAIT_SINE
MOV P2,#106
LCALL WAIT_SINE
MOV P2,#112
LCALL WAIT_SINE
MOV P2,#118
```

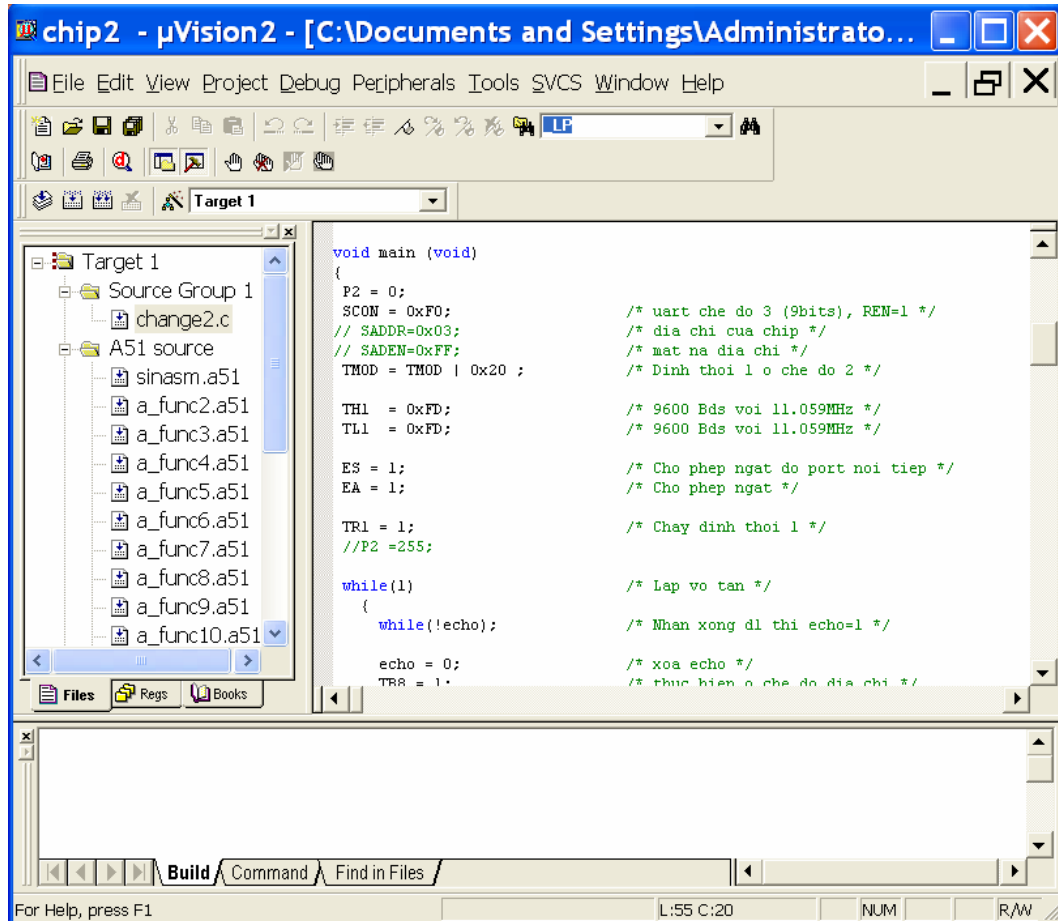
```

LCALL WAIT_SINE
MOV P2,#122
LCALL WAIT_SINE
MOV P2,#125
LCALL WAIT_SINE
MOV P2,#127
LCALL WAIT_SINE
MOV P2,#127
LCALL WAIT_SINE
.....// Tiếp tục gọi mẫu
MOV P2,# 0
LCALL WAIT_SINE
RET
//Kết thúc vòng lặp
//-----
//Chương trình con gọi trẽ
//-----
WAIT_SINE :   mov r0,#10
WAIT0_SINE:   mov r1,B
WAIT1_SINE:   djnz r1,WAIT1_SINE
               djnz r0,WAIT0_SINE
RET
//-----
//Kết thúc chương trình trẽ
//-----
END

```

III.2.2 Modul chương trình cho khối tạo dạng sóng cơ bản

Về cơ bản modul chương trình tạo dạng sóng cơ bản cũng giống như modul tạo dạng đường bao, nó cũng tạo ra các dạng sóng từ bảng dữ liệu cơ sở đã được tạo ra, modul chương trình này được nạp vào chip có nhiệm vụ tạo ra dạng sóng cơ bản trên modul phần cứng đã thiết kế



Hình 3. 18: Thiết kế chương trình cho khối tạo dạng sóng cơ bản

Ví dụ bên dưới là đoạn chương trình viết tạo dạng sóng TENS có điều chế tần số:

Chương trình tạo sóng TENS có điều chế tần số:

NAME A_FUNC5

```

?PR?a_func5?A_FUNC5  SEGMENT CODE
    PUBLIC    a_func5
    RSEG ?PR?a_func5?A_FUNC5
a_func5:
    USING     0
//-----
//TENS BF.ASYM=80us,f=80Hz,sweep 20Hz,cycle 6/6(second)
wave_Acute2:
CLR P3.5
LOOP_acutephase2:
LCALL LOOPSQUARE0_acutephase2
LCALL LOOPSQUARE1_acutephase2
LCALL LOOPSQUARE2_acutephase2
.....// Tiếp tục gọi các chương trình con
LCALL LOOPSQUARE4_acutephase2
LCALL LOOPSQUARE3_acutephase2
LCALL LOOPSQUARE2_acutephase2
LCALL LOOPSQUARE1_acutephase2
LJMP LOOP_acutephase2

LOOPSQUARE0_acutephase2:
MOV R2, #27
LOOP0_acutephase2:
CALL WAVE_acutephase2
CALL delay0_acutephase2
DJNZ R2,LOOP0_acutephase2
RET

```

```

//-----
delay0_acutephase2: MOV r0,#100
delayo0_acutephase2: MOV r1,#63
delayi0_acutephase2: djnz r1,delayi0_acutephase2
                    djnz r0,delayo0_acutephase2
                    ret

//-----
LOOPSQUARE1_acutephase2:
MOV R2, #27
LOOP1_acutephase2:
CALL WAVE_acutephase2
CALL delay1_acutephase2
DJNZ R2,LOOP1_acutephase2
RET

//-----
delay1_acutephase2:  MOV r0,#99
delayo1_acutephase2: MOV r1,#63
delayi1_acutephase2: djnz r1,delayi1_acutephase2
                    djnz r0,delayo1_acutephase2

ret

//-----
LOOPSQUARE2_acutephase2:
MOV R2, #27
LOOP2_acutephase2:
CALL WAVE_acutephase2
CALL delay2_acutephase2
DJNZ R2,LOOP2_acutephase2

```

RET

//-----

delay2_acutephase2: MOV r0,#98

delayo2_acutephase2: MOV r1,#63

delayi2_acutephase2: djnz r1,delayi2_acutephase2

djnz r0,delayo2_acutephase2

ret

//-----

LOOPSQUARE3_acutephase2:

MOV R2, #27

LOOP3_acutephase2:

CALL WAVE_acutephase2

CALL delay3_acutephase2

DJNZ R2,LOOP3_acutephase2

RET

//-----

delay3_acutephase2: MOV r0,#97

delayo3_acutephase2: MOV r1,#63

delayi3_acutephase2: djnz r1,delayi3_acutephase2

djnz r0,delayo3_acutephase2

ret

//-----

LOOPSQUARE4_acutephase2:

MOV R2, #27

LOOP4_acutephase2:

CALL WAVE_acutephase2

CALL delay4_acutephase2

```

DJNZ R2,LOOP4_acutephase2
RET
//-----
delay4_acutephase2:  MOV r0,#96
delayo4_acutephase2: MOV r1,#63
delayi4_acutephase2: djnz r1,delayi4_acutephase2
                        djnz r0,delayo4_acutephase2

ret
//-----
// Các chương trình con gọi trẽ khác
//-----
LOOPSQUARE16_acutephase2:
MOV R2, #27
LOOP16_acutephase2:
CALL WAVE_acutephase2
CALL delay16_acutephase2
DJNZ R2,LOOP16_acutephase2
RET
//-----
delay16_acutephase2:  MOV r0,#84
delayo16_acutephase2: MOV r1,#63
delayi16_acutephase2: djnz r1,delayi16_acutephase2
                        djnz r0,delayo16_acutephase2

ret
//-----
LOOPSQUARE17_acutephase2:
MOV R2, #27

```

```

LOOP17_acutephase2:
CALL WAVE_acutephase2
CALL delay17_acutephase2
DJNZ R2,LOOP17_acutephase2
RET

//-----
delay17_acutephase2:  MOV r0,#83
delayo17_acutephase2: MOV r1,#63
delayi17_acutephase2: djnz r1,delayi17_acutephase2
                        djnz r0,delayo17_acutephase2

ret

//-----
LOOPSQUARE18_acutephase2:
MOV R2, #27
LOOP18_acutephase2:
CALL WAVE_acutephase2
CALL delay18_acutephase2
DJNZ R2,LOOP18_acutephase2
RET

//-----
delay18_acutephase2:  MOV r0,#82
delayo18_acutephase2: MOV r1,#63
delayi18_acutephase2: djnz r1,delayi18_acutephase2
                        djnz r0,delayo18_acutephase2

ret

//-----
LOOPSQUARE19_acutephase2:

```

```

MOV R2, #27
LOOP19_acutephase2:
CALL WAVE_acutephase2
CALL delay19_acutephase2
DJNZ R2,LOOP19_acutephase2
RET

//-----
delay19_acutephase2:  MOV r0,#81
delayo19_acutephase2: MOV r1,#63
delayi19_acutephase2: djnz r1,delayi19_acutephase2
                        djnz r0,delayo19_acutephase2

ret

//-----
LOOPSQUARE20_acutephase2:
MOV R2, #27
LOOP20_acutephase2:
CALL WAVE_acutephase2
CALL delay20_acutephase2
DJNZ R2,LOOP20_acutephase2
RET

//-----
delay20_acutephase2:  MOV r0,#80
delayo20_acutephase2: MOV r1,#63
delayi20_acutephase2: djnz r1,delayi20_acutephase2
                        djnz r0,delayo20_acutephase2

ret

//-----

```

```

WAVE_acutephase2:
SETB P3.4
MOV P2,#255
CALL DELAY_acutephase2
CLR P3.4
MOV P2, #255
CALL DELAY_acutephase2
MOV P2, #0
RET
//-----
delay_acutephase2:    MOV r0, #4
delayo_acutephase2:  MOV r1, #8
delayi_acutephase2:  djnz r1,delayi_acutephase2
                     djnz r0,delayo_acutephase2

ret
//-----
delayn_acutephase2:   MOV r0, #1
delayon_acutephase2:  MOV r1, #1
delayin_acutephase2:  djnz r1,delayin_acutephase2
                     djnz r0,delayon_acutephase2

ret
//-----
RET
END

```

KẾT LUẬN

Phần mềm chương trình đã được thiết kế hoàn chỉnh và triển khai trên máy điều trị điện **BK- 2T2**. Kết quả chạy thử nghiệm tại phòng thí nghiệm cũng như quá trình chạy thử trên người bệnh tại 1 số bệnh viện như bệnh viên Bạch Mai, bệnh viện E cho thấy kết quả tốt. Các dạng xung điều trị điện đã được tạo ra đúng như trong mục đích thiết kế cũng như đã cho thấy đáp ứng đạt yêu cầu cho phục vụ điều trị trong lĩnh vực điện trị liệu, tin cậy ổn định và an toàn.

Phần mềm chương trình được thiết kế có thể triển khai trên các modul khác, ứng dụng vào các lĩnh vực khác cũng như có khả năng mở rộng phạm vi ứng dụng trong lĩnh vực vật lý trị liệu.

HƯỚNG PHÁT TRIỂN ĐỀ TÀI

Sau khi hoàn tất quá trình thiết kế, phần mềm chương trình vẫn còn có 1 số nhược điểm cần khắc phục, do chưa hoàn toàn tối ưu nên dung lượng vẫn tương đối lớn, điều này gây hạn chế đối với ứng dụng trên board mạch phần cứng. Ngoài ra phạm vi ứng dụng cũng chưa thực sự rộng rãi trong điện trị liệu nói riêng và vật lý trị liệu nói chung.

Trong tương lai, em hy vọng phần mềm chương trình dưới mục đích điều trị điện sẽ được ứng dụng rộng rãi, có thể phát triển hoàn thiện hơn phục vụ cho việc chăm sóc sức khỏe của cộng đồng người dân Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

1. **Nguyễn Trọng Lưu** (1998), *Điều trị bằng các dòng điện xung*, NXB Quân đội, Hà Nội.

Tiếng Anh

2. **Physiomed Elektromedizin GmbH**, Hutweide 10 – 91220 Schnaittach/ Germany
3. **Geddes LA, Baker LE**. *Applied Biomedical Instrumentation*. New York. NY..Wiley.1975
4. **Shriber WJ**. *A Manual of Electrotherapy*. 4th ed. Philadelphia. Penn..Lea & Febiger.1975
5. **Gault WR, Gaten PF**. *Use of low intensity direct current*. Phys Ther. 1976
6. **Roger M. Nelson, Editor**. *Clinical Electrotherapy*. Lexington of Kentuckey. Appleton & Lange.

PHẦN MỀM CHƯƠNG TRÌNH TẠO CÁC DẠNG XUNG ĐIỀU TRỊ DÒNG TRONG VẬT LÝ TRỊ LIỆU

TÓM TẮT

Từ khóa: Electrotherapy, DF, CP, LP, TENS.

Như chúng ta biết thực trạng trang thiết bị y tế của nước ta hiện nay là rất hạn chế và không thể đáp ứng nhu cầu ngày càng lớn về nhu cầu điều trị và chăm sóc sức khỏe cộng đồng. Việc nhập về các máy rất đắt tiền đôi khi cũng không giải quyết được một cách triệt để nhu cầu do tình trạng bệnh lý rất đa dạng của người dân và khả năng sử dụng các trang thiết bị đôi khi không tận dụng được một cách hiệu quả.

Việc tự chế tạo các trang thiết bị điều trị ở trong nước đã được tiến hành và đang có xu hướng ngày càng phát triển vì giá thành phù hợp và hiệu quả sử dụng cao có thể đáp ứng nhu cầu điều trị cho một số lượng lớn người bệnh.

Một trong các phương pháp điều trị hiệu quả, an toàn, giá thành thấp phục vụ đông đảo bệnh nhân nghèo các tuyến tỉnh và huyện. Đó là điều trị bằng dòng điện xung với việc sử dụng kết hợp nhiều dạng sóng điều trị tại khoa vật lý trị liệu. Việc lựa chọn các chế độ điều trị phù hợp với bệnh lý của người Việt Nam đã được khảo sát và đã thiết kế trở thành phần mềm chương trình cốt lõi cho các loại máy điều trị điện hiện cũng đang được ứng dụng rộng rãi nhằm mục đích phục vụ và chăm sóc sức khỏe cộng đồng nói chung. Phần mềm chương trình thiết kế ứng dụng trên máy **BK- 2T2** được triển khai tại 1 số bệnh viện như Bạch Mai, viện E với các chế độ điều trị linh hoạt, dạng xung đa dạng từ đơn giản như các dòng DF, CP, cho tới các dạng xung điện chuyên biệt như TENS hay các dạng xung điều tần MF.