

ỦY BAN NHÂN DÂN QUẬN 5
TRƯỜNG TRUNG CẤP NGHỀ KỸ THUẬT CÔNG NGHỆ HÙNG VƯƠNG



GIÁO TRÌNH
Kỹ thuật xung số

Nghề: Kỹ thuật sửa chữa, lắp ráp máy tính
TRÌNH ĐỘ TRUNG CẤP

LỜI GIỚI THIỆU

Để đáp ứng yêu cầu giảng dạy chương trình đào tạo nghề “Kỹ thuật sửa chữa, lắp ráp máy tính” cũng như việc cung cấp tài liệu giúp cho sinh viên học tập, khoa Điện tử chúng tôi đã tiến hành biên soạn giáo trình “Kỹ thuật xung - số”

Giáo trình này giúp các bạn có thêm kỹ năng:

- Thực hiện chuyển đổi tương tự - số
- Thực hiện chuyển đổi số - tương tự
- Thực hiện được các mạch ứng dụng của kỹ thuật xung số
- Lắp ráp, sửa chữa được các mạch tạo xung cơ bản.

Đây là công trình được viết bởi đội ngũ giáo viên đã và đang công tác tại trường TCN KTCN Hùng Vương cùng với sự góp ý và phản biện của các doanh nghiệp trong lĩnh vực liên quan, tuy vậy, cuốn sách chắc chắn vẫn không tránh khỏi những khiếm khuyết. Chúng tôi mong nhận được ý kiến đóng góp của bạn đọc để cuốn sách được hoàn thiện hơn trong lần tái bản.

Xin trân trọng giới thiệu cùng bạn đọc!

Quận 5, ngày tháng năm 2013

Biên soạn

Nguyễn Trần Công Huy

MỤC LỤC

ĐỀ MỤC	TRANG
GIỚI THIỆU VỀ MÔN HỌC	1
BÀI 1: CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ KỸ THUẬT XUNG SỐ.....	3
1. Khái niệm chung.....	3
1.1. Các thông số cơ bản.....	4
1.2. Các hàm cơ bản	6
1.3. Hàm RC và hàm RL	10
2. Các phương pháp biến đổi dạng xung	11
2.1. Mạch xén.....	11
2.2. Mạch ghim.....	13
2.3. Mạch so sánh.....	17
BÀI 2: CÁC MẠCH TẠO XUNG CƠ BẢN.....	22
1. Khái niệm chung.....	22
2. Mạch dao động đa hài không trạng thái bền.....	22
2.1. Mạch cơ bản.....	22
2.2. Mạch đổi tần số	25
2.3. Mạch đổi chu trình.....	26
3. Mạch dao động đa hài một trạng thái bền.....	27
3.1. Mạch cơ bản	27
3.2. Mạch cải tiến	30
4. Mạch dao động đa hài hai trạng thái bền.....	30
4.1. Mạch lưỡng ổn (flip-flop) cơ bản.....	30
4.2. Các phương pháp kích đổi trạng thái.....	30
5. Mạch dao động blocking.....	32
6. Mạch tạo xung dùng Op-amp.....	32
6.1. Mạch dao động 2 trạng thái bền.....	32
6.2. Mạch hồi tiếp bằng diode.....	34
7. Mạch dao động tích thoát dùng UJT	35
7.1. Nguyên lý	36
7.2. Mạch đổi tần số	37
8. Vi mạch định thời IC 555.....	37
8.1. Sơ đồ nguyên lý của IC 555.....	37

8.2.Thiết kế các mạch dao động dùng IC 555	38
BÀI 3: KỸ THUẬT SỐ- HỆ THỐNG SỐ ĐẾM.....	40
1.Tổng quan về logic số.....	40
1.1.Các hệ thống số	40
1.2.Biến đổi qua lại giữa các hệ thống số.....	41
1.3.Các phép tính trong hệ nhị phân	43
2.Mã hoá - giải mã.....	44
2.1.Tổng quát	44
2.2.Mã BCD (Binary Coded Decimal).....	45
2.3.Mã Gray	45
3.Mạch logic tổ hợp - đại số boole	47
3.1.Một số định nghĩa về hàm logic.....	47
3.2.Biểu diễn biến và hàm logic	48
3.3.Hàm logic cơ bản (Các phép toán logic)	49
3.4.Rút gọn hàm logic	51
4.Các cổng logic và IC số	56
4.1.Các cổng logic cơ bản.....	56
4.2.Các IC số thông dụng	61
BÀI 4: MẠCH FLIP – FLOP VÀ ỨNG DỤNG	71
1.Các loại mạch flip – flop.....	71
1.1.Flip Flop RS	71
1.2.Flipflop JK	74
1.3.FlipFlop D	76
1.4.FlipFlop T	76
2.Mạch ghi dịch.....	77
2.1.Sơ đồ nguyên tắc và vận hành	77
2.2.Vài IC ghi dịch tiêu biểu.....	78
2.3.Ứng dụng của ghi dịch.....	79
3.Mạch đếm.....	80
3.1.Mạch đếm đồng bộ	80
3.2.Mạch đếm không đồng bộ	86
3.3.Mạch đếm vòng.....	92
BÀI 5: CHUYỂN ĐỔI TƯƠNG TỰ SỐ.....	95

1.Mạch chuyển đổi tương tự- số.....	95
1.1.Mạch lấy mẫu và giữ(sample and hold)	95
1.2.Nguyên tắc mạch biến đổi ADC	95
1.3.Mạch đổi dùng điện thế tham chiếu nấc thang	95
2.Mạch chuyển đổi số- tương tự.....	96
2.1.Mạch biến đổi DAC dùng mạng điện trở có trọng lượng khác nhau.....	96
2.2.Mạch đổi DAC dùng mạng điện trở hình thang	97
3.Sơ lược về bộ nhớ	98
3.1 ROM (Read Only Memory)	99
3.2 Thiết bị logic lập trình được (Programmable logic devices, PLD)	99
3.3 RAM (Random Access Memory)	100
TÀI LIỆU THAM KHẢO	101

GIỚI THIỆU VỀ MÔN HỌC

Vị trí, tính chất của môn học

- Vị trí môn học: Là môn học chuyên ngành; được bố trí ở học kỳ II; học sau môn Kỹ thuật điện tử.
- Tính chất môn học: Thi.

Mục tiêu của môn học

1. Kiến thức chuyên môn:

- Hiểu được các dạng tín hiệu xung và các phương pháp biến đổi dạng xung
- Hiểu được hệ thống mạch tương tự, mạch số.

2. Kỹ năng nghề:

- Thực hiện chuyển đổi tương tự - số
- Thực hiện chuyển đổi số - tương tự
- Thực hiện được các mạch ứng dụng của kỹ thuật xung số
- Lắp ráp, sửa chữa được các mạch tạo xung cơ bản.

3. Thái độ lao động:

- Tự tin trong việc tiếp xúc, sửa chữa các thiết bị điện tử máy tính sử dụng kỹ thuật xung số.
- Tạo tính cẩn thận cho học sinh khi tiếp cận thiết bị sử dụng kỹ thuật xung số.

Nội dung của môn học

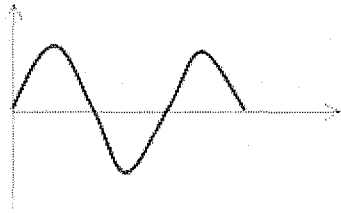
1. Các khái niệm cơ bản về kỹ thuật xung số
2. Các mạch tạo xung cơ bản
3. Kỹ thuật số - hệ thống số đếm
4. Mạch Flip-Flop và ứng dụng
5. Chuyển đổi tương tự số

BÀI 1: CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ KỸ THUẬT XUNG SỐ

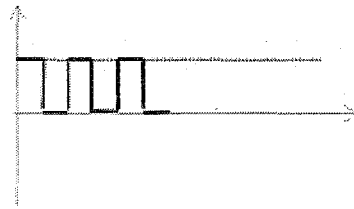
1. Khái niệm chung

Tín hiệu là sự biến đổi của các đại lượng điện (dòng điện hay điện áp) theo thời gian, chứa đựng một thông tin nào đó.

Tín hiệu được chia làm 2 loại: tín hiệu liên tục (tín hiệu tuyến tính) và tín hiệu gián đoạn (tín hiệu xung). Trong đó tín hiệu hình sin được xem là tín hiệu tiêu biểu cho loại tín hiệu liên tục, có đường biểu diễn như hình 1-1. Ngược lại tín hiệu hình vuông được xem là tín hiệu tiêu biểu cho loại tín hiệu không liên tục như hình 1-2



Hình 1.1: Tín hiệu hình sin vuông

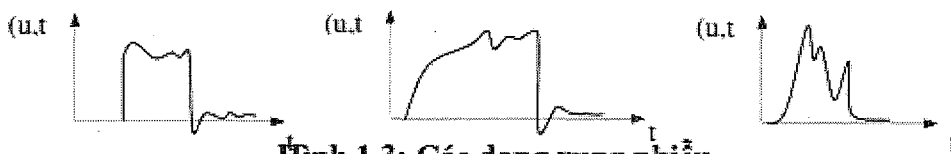


Hình 1.2: Tín hiệu hình vuông

* Định nghĩa:

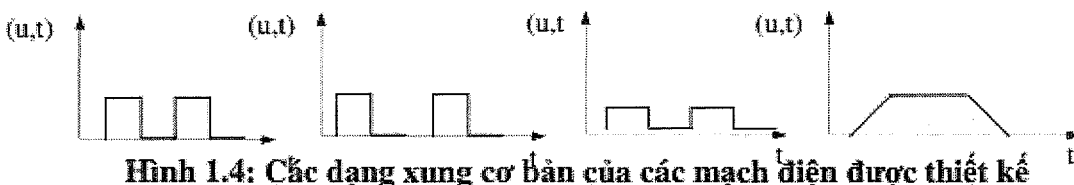
Xung điện là tín hiệu điện có giá trị biến đổi gián đoạn trong một khoảng thời gian rất ngắn có thể so sánh với quá trình quá độ của mạch điện.

Xung điện trong kỹ thuật được chia làm 2 loại: loại xung xuất hiện ngẫu nhiên trong mạch điện, ngoài mong muốn, được gọi là xung nhiễu, xung nhiễu thường có hình dạng bất kỳ (Hình 1.3).



Hình 1.3: Các dạng xung nhiễu

Các dạng xung tạo ra từ các mạch điện được thiết kế thường có một số dạng cơ bản:

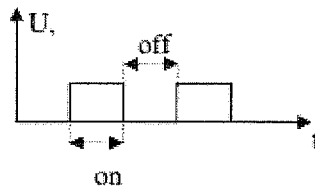


Hình 1.4: Các dạng xung cơ bản của các mạch điện được thiết kế

1.1. Các thông số cơ bản

a. Các tham số của xung điện:

Dạng xung vuông lý tưởng được trình bày trên



Hình 1.5: Các thông số cơ bản của xung

+ Độ rộng xung: là thời gian xuất hiện của xung trên mạch điện, thời gian này thường được gọi là thời gian mở t_{on} . Thời gian không có sự xuất hiện của xung gọi là thời gian nghỉ t_{off} .

+ Chu kỳ xung: là khoảng thời gian giữa 2 lần xuất hiện của 2 xung liên tiếp, được tính theo công thức:

$$T = t_{on} + t_{off} \quad (1.1)$$

Tần số xung được tính theo công thức:

$$f = \frac{1}{T} \quad (1.2)$$

+ Độ rộng và hệ số đầy của xung:

- Độ rộng của xung là tỷ số giữa chu kỳ và độ rộng xung, được tính theo công thức:

$$Q = \frac{T}{T_{on}} \quad (1.3)$$

- Hệ số đầy của xung là nghịch đảo của độ rộng, được tính theo công thức:

$$n = \frac{T_{on}}{T} \quad (1.4)$$

Trong thực tế, người ta ít quan tâm đến tham số này, người ta chỉ quan tâm trong khi thiết kế các bộ nguồn kiểu xung, để đảm bảo điện áp một chiều được tạo ra sau mạch chỉnh lưu, mạch lọc và mạch điều chỉnh sao cho mạch điện cấp đủ dòng, đủ công suất, cung cấp cho tải.

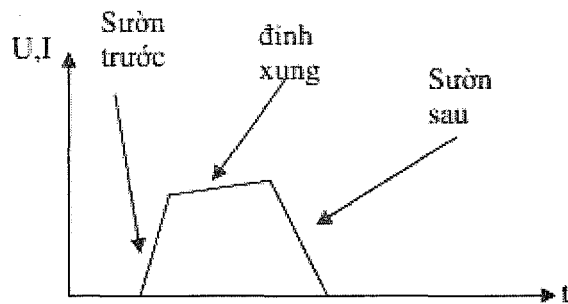
+ Độ rộng sườn trước, độ rộng sườn sau:

Trong thực tế, các xung vuông, xung chữ nhật không có cấu trúc một cách lý tưởng. Khi các đại lượng điện tăng hay giảm để tạo một xung, thường có thời gian tăng trưởng (thời gian quá độ) nhất là các mạch có tổng trở vào ra nhỏ hoặc có thành phần điện kháng nên 2 sườn trước và sau không thẳng đứng một cách lý tưởng.

Do đó thời gian xung được tính theo công thức:

$$t_{on} = t_t + t_d + t_s \quad (1.5)$$

Trong đó: t_{on} : Độ rộng xung
 t_t : Độ rộng sườn trước
 t_d : Độ rộng đỉnh xung
 t_s : Độ rộng sườn sau



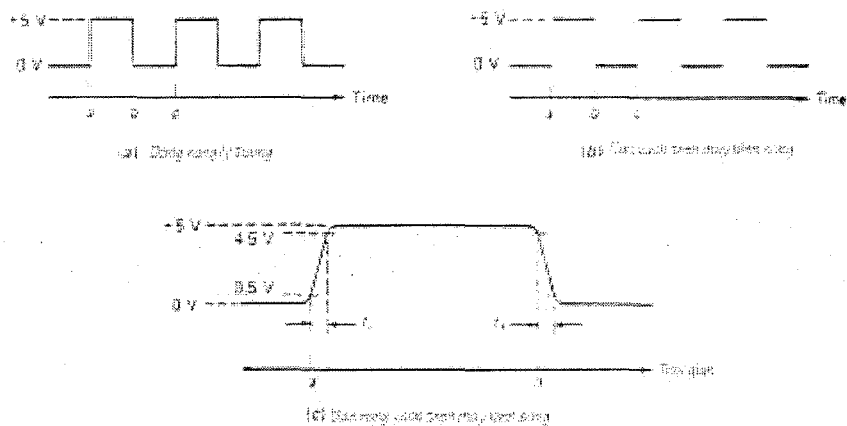
Hình 1.6: Cách gọi tên các cạnh xung.

Độ rộng sườn trước t_1 được tính từ thời điểm điện áp xung tăng lên từ 10% đến 90% trị số biên độ xung và độ rộng sườn sau t_2 được tính từ thời điểm điện áp xung giảm từ 90% đến 10% trị số biên độ xung. Trong khi xét trạng thái ngưng dẫn hay bão hòa của các mạch điện điều khiển

Ví dụ, xung nhịp điều khiển mạch logic có mức cao H tương ứng với điện áp +5V. Sườn trước xung nhịp được tính từ khi xung nhịp tăng từ +0,5V lên đến +4,5V và sườn sau xung nhịp được tính từ khi xung nhịp giảm từ mức điện áp +4,5V xuống đến +0,5V. 10% giá trị điện áp ở đáy và đỉnh xung được dùng cho việc chuyển chế độ phân cực của mạch điện. Do đó đối với các mạch tạo xung nguồn cung cấp cho mạch đòi hỏi độ chính xác và tính ổn định rất cao.

+ Biên độ xung và cực tính của xung:

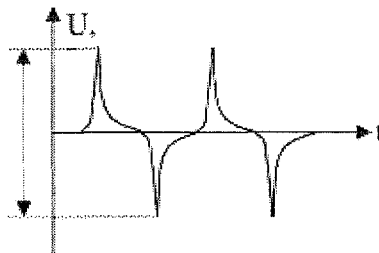
Biên độ xung là giá trị lớn nhất của xung với mức thêm 0V (U, I)_{Max} (Hình 1.7) Hình dưới đây mô tả dạng xung khi tăng thời gian quét của máy hiện sóng. Lúc đó ta chỉ thấy các vạch nằm song song (Hình 1.7b) và không thấy được các vạch hình thành các sườn trước và sườn sau xung nhịp. Khi giảm thời gian quét ta có thể thấy rõ dạng xung với sườn trước và sườn sau xung (Hình 1.7c)



Hình 1.7: Xung vuông trên màn hình máy hiện sóng

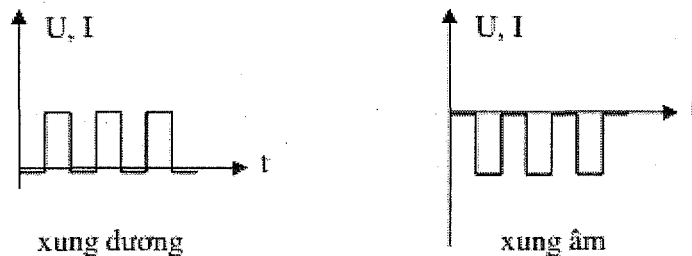
Xung vuông lý tưởng

Xung vuông khi tăng thời gian quét c) xung vuông khi giảm thời gian quét
Giá trị đỉnh của xung là giá trị được tính từ 2 đỉnh xung liên tiếp nhau (Hình 1.7)



Hình 1.8: Giá trị đỉnh xung

Cực tính của xung là giá trị của xung so với điện áp thêm phân cực của xung. Hình 1.9:



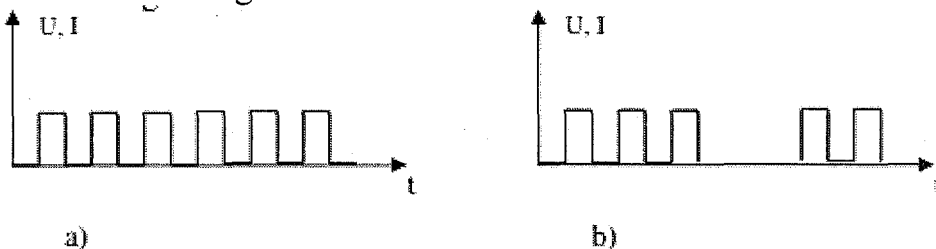
Hình 1.9: Các dạng xung dương và xung âm

b. Chuỗi xung:

Trong thực tế xung điện là nền tảng của kỹ thuật điều khiển. Các thiết bị điều khiển đầu tiên ra đời điều khiển các mạch điện có chức năng đơn giản thường chỉ cần điều khiển bằng một xung. Trong một chuỗi xung, các xung có hình dạng giống nhau và biên độ bằng nhau.

Nếu chuỗi xung được tạo ra liên tục trong quá trình làm việc thì gọi là chuỗi xung liên tục. Nếu chuỗi xung được tạo ra trong từng khoảng thời gian nhất định gọi là chuỗi xung gián đoạn. Đối với chuỗi xung gián đoạn, ngoài các thông số cơ bản của xung còn có thêm các thông số:

- Số lượng xung trong chuỗi,
- Độ rộng chuỗi xung,
- Tần số chuỗi xung.

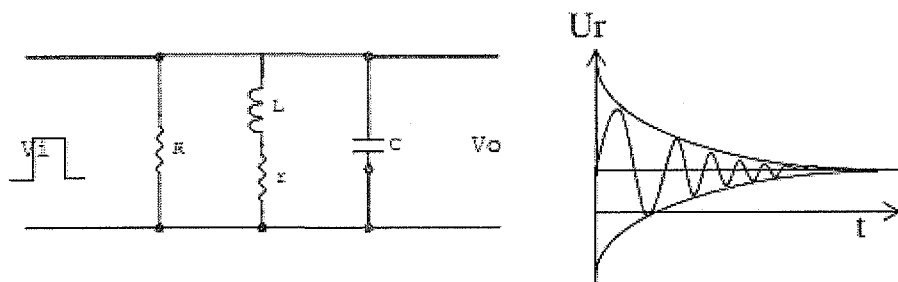


Hình 1.10: Chuỗi xung liên tục (a) và chuỗi xung gián đoạn (b)

1.2. Các hàm cơ bản

1.2.1. Hàm R – L – C

Trong thực tế, mạch điện không dùng mạch mắc theo RLC trong các mạch xử lý dạng xung, thường sau khi đã xử lý xong thì mạch RLC thường dùng để lọc tín hiệu hoặc xử lý bù pha dòng điện, do dòng điện hay điện áp qua L, C đều bị lệch pha một góc 90° nhưng ngược nhau, nên cùng một lúc qua L và C sẽ dẫn đến chúng lệch nhau một góc 180° . Nên để sinh ra hiện tượng cộng hưởng, tự phát sinh dao động.



Hình 1.11: Mạch R-L-C

Khi tác động vào mạch một đột biến dòng điện, trong mạch sẽ phát sinh dao động có biên độ suy giảm và dao động quanh trị số không đổi I_r . Nguyên nhân của sự suy giảm là do do điện trở song song với mạch điện R và r làm rẽ nhánh dòng điện ngõ ra. Nếu tần số của cộng hưởng riêng của mạch trùng với tần số của xung ngõ vào làm cho mạch cộng hưởng, biên độ ngõ ra tăng cao. Nếu ngõ vào là chuỗi xung thì:

- Nếu thời gian lặp lại của xung ngắn hơn chu kỳ cộng hưởng biên độ ngõ ra sẽ tăng dần theo thời gian dễ gây quá áp ở ngõ vào của tầng kế tiếp.

- Nếu thời gian lặp lại của xung bằng với chu kỳ cộng hưởng thì biên độ tín hiệu ngõ ra gần bằng với tín hiệu ngõ vào, có dạng hình sin và thêm điện áp là hình sin tắt dần, không có lợi cho các mạch xung số. Trong thực tế mạch này được dùng để lọc nhiễu xung có biên độ cao và tần số lớn với điện áp ngõ vào có dạng hình sin.

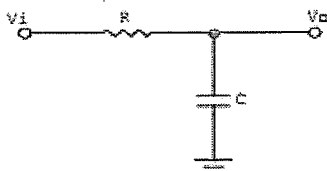
1.2.2 Hàm tích phân:

Hàm tích phân là mạch mà điện áp ra $v_o(t)$ tỉ lệ với tích phân theo thời gian của điện áp vào $v_i(t)$.

$$\text{Ta có: } v_o(t) = K \int v_i(t) \quad (1.6)$$

Trong đó K là hệ số tỉ lệ.

Mạch tích phân RC:



Hình 1.12: Mạch tích phân RC

Mạch tích phân RC chính là mạch lọc thấp qua dùng RC. Tần số cắt của mạch lọc là:

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC} \quad (1.7)$$

Do vậy điện áp vào V_i là hàm biến thiên theo thời gian nên điện áp trên điện trở R và tụ điện C cũng là hàm biến thiên theo thời gian. Ta có:

$$V_i(t) = V_R(t) + V_C(t) \quad (1.8)$$

Xét mạch điện ở trường hợp nguồn điện áp vào V_i có tần số f_i rất cao so với tần số cắt f_c . Lúc đó dung kháng X_C sẽ có trị số rất nhỏ do.

$$X_C = \frac{1}{2\pi f_i C} \quad (1.9)$$

Như vậy: Nếu $f \gg f_c = \frac{1}{2\pi RC}$ thì $R \gg X_c = \frac{1}{2\pi f C}$

Suy ra: $V_R(t) \gg V_C(t)$ vì dòng $i(t)$ qua R và C bằng nhau.

Điện áp đối với tụ C được tính theo công thức:

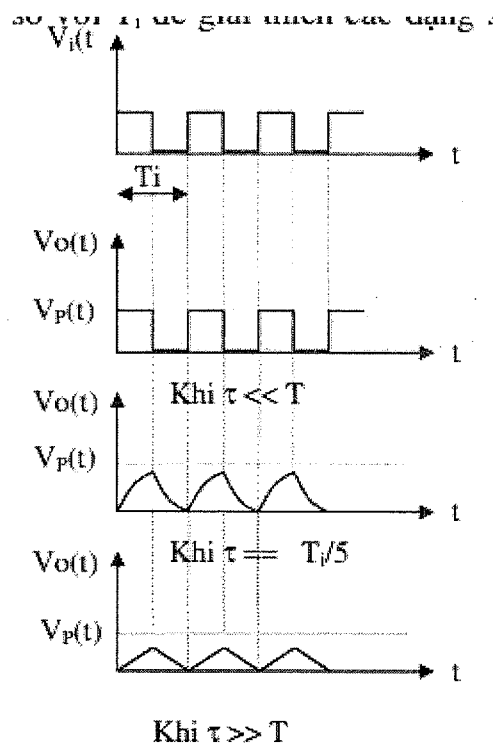
$$V_C = \frac{1}{C} \int i(t) dt \quad (1.10)$$

Như vậy điện áp trên tụ C cũng là điện áp ra từ đó ta có điện ra $V_0(t)$

$$V_0 = \frac{1}{RC} \int V_i(t) dt \quad (1.11)$$

b. Điện áp vào là tín hiệu xung vuông:

Khi điện áp vào là tín hiệu xung vuông có chu kỳ là T_i thì có thể xét tỷ lệ hằng số thời gian $RC = \tau$ so với T_i để giải thích các dạng sóng ra theo hiện tượng nạp xả của tụ.



Giả thiết điện áp ngõ vào là tín hiệu xung vuông đối xứng chu kỳ T_i . Nếu mạch tích phân có hằng số thời gian $RC = \tau$ rất nhỏ so với T_i thì tụ nạp và xả rất nhanh nên điện áp ngõ ra $V_0(t)$ có dạng giống như dạng điện áp vào $V_i(t)$.

Nếu mạch tích phân có hằng số thời gian $5 T_i = \tau$ thì tụ nạp và xả điện áp theo dạng hàm số mũ, biên độ đỉnh của điện áp ra thấp hơn V_P .

Nếu mạch tích có hằng số thời gian τ rất lớn so với T_i thì tụ C nạp rất chậm nên điện áp ra có biên độ rất thấp nhưng đường tăng giảm điện áp gần như đường thẳng.

Như vậy, mạch tích phân nếu chọn trị số RC thích hợp thì có thể sửa dạng xung vuông ở ngõ vào thành dạng xung tam giác ở ngõ ra. Nếu xung vuông đối xứng thì xung tam giác ra là tam giác cân.

1.2.3. Hàm vi phân:

Là hàm có điện ra có điện áp ngõ ra $V_o(t)$ tỉ lệ với đạo hàm theo thời gian của điện áp ngõ vào $V_i(t)$.

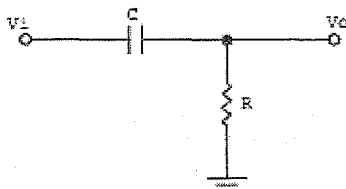
$$V_o(t) = K \frac{d}{dt} V_i(t) \quad (1.12)$$

Ta có:

Trong đó K là hệ số tỉ lệ.

Trong kỹ thuật xung, mạch vi phân có tác dụng thu hẹp độ rộng xung tạo ra các xung nhọn để kích các linh kiện điều khiển hay linh kiện công suất khác như SCR, Triac..

a. Mạch vi phân dung RC:



Hình 1.14: Mạch vi phân RC

Mạch vi phân dung RC chính là mạch lọc cao qua dung RC. Tần số cắt của mạch lọc là:

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC} \quad (1.13)$$

Vì vậy dòng điện $i(t)$ qua mạch cho ra sự phân áp như sau:

$$V_i(t) = V_C(t) + V_R(t) \quad (1.14)$$

Xét mạch điện ở trường hợp nguồn điện áp vào $V_i(t)$ có tần số f_i rất thấp so

với tần số cắt f_c . Lúc đó $f_i \ll f_c = \frac{1}{2\pi RC}$ và ở tần số này thì dung kháng X_C có trị số rất lớn.

$$\text{Như vậy: } R \ll X_C = \frac{1}{2\pi f_i C}$$

Suy ra: $V_R(t) \ll V_C(t)$ vì dòng điện qua R và C bằng nhau

Hay: $V_i(t) \approx V_C(t)$

Điện áp trên tụ điện C được tính theo công thức:

$$V_C(t) = \frac{q(t)}{C} \quad (1.15)$$

Trong đó q là điện tích nạp cho tụ:

$$i(t) = C \frac{dV_i(t)}{dt} \quad (1.16)$$

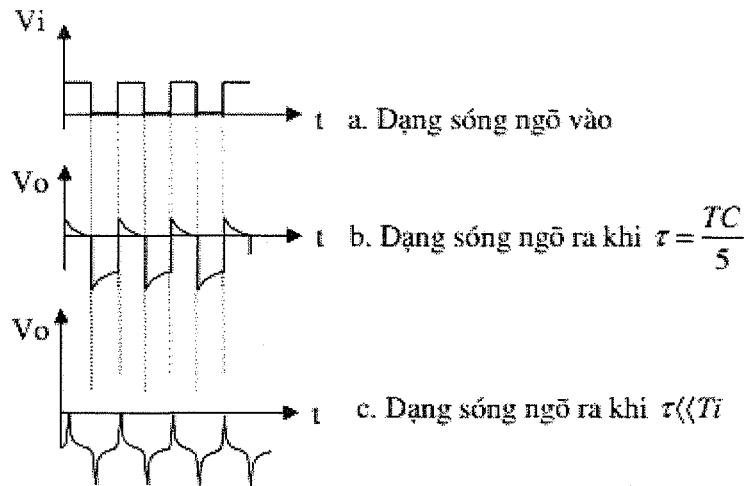
Vậy điện áp trên điện trở chính là điện áp ra:

$$V_o(t) = RC \frac{dV_i(t)}{dt} \quad (1.17)$$

Ta có hằng số thời gian $\tau = RC$

b. Điện áp vào là tín hiệu xung vuông:

Khi điện áp vào là tín hiệu xung vuông có chu kỳ T_i thì xét tỉ lệ hằng số thời gian $\tau = RC$ so với T_i để giải thích dạng sóng ra theo hiện tượng nạp, xả của tụ điện



Hình 1.15: Dạng sóng vào ra của mạch vi phân nhận xung vuông

Giả thiết điện áp ngõ vào là tín hiệu xung vuông đối xứng có chu kỳ T_i . Nếu mạch vi phân có hằng số thời gian $\tau = \frac{TC}{5}$ thì tụ nạp và xả điện tạo dòng $i(t)$ qua điện trở R tạo ra điện áp giảm theo hàm số mũ. Khi điện áp ngõ vào bằng 0^V thì đầu dương của tụ nối mass và tụ sẽ xả điện âm trên điện trở R . Ở ngõ ra sẽ có hai xung ngược đầu nhau và có biên độ giảm dần.

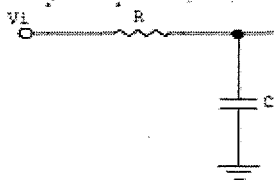
Nếu mạch vi phân có hằng số thời gian τ rất nhỏ so với T_i thì tụ sẽ nạp xả điện rất nhanh cho ra 2 xung ngược dấu nhưng có độ rộng xung rất hẹp được gọi là xung nhọn.

Như vậy nếu thỏa mãn điều kiện của mạch vi phân thì mạch RC sẽ đổi tín hiệu từ xung vuông đơn cực ra 2 xung nhọn lưỡng cực như ở hình c.

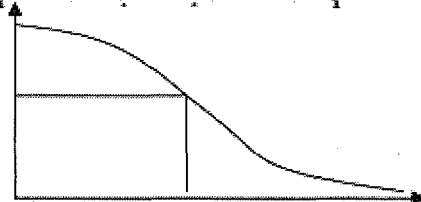
1.3. Hàm RC và hàm RL

1.3.1. Hàm RC

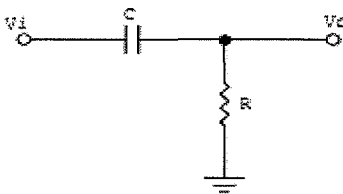
Có hai mạch lọc RC cơ bản là mạch lọc thấp đi qua và mạch lọc cao đi qua



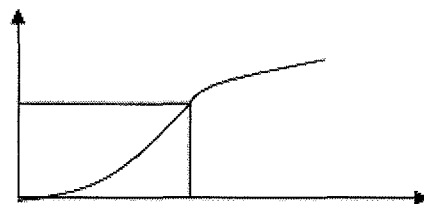
Hình 1.16 a: Mạch lọc thấp đi qua



Hình 1.16 b: Đáp ứng tần số



Hình 1.17 a: Mạch lọc cao qua



Hình 1.17 b: Đáp ứng tần số

Trong cả hai mạch lọc thấp qua và mạch lọc cao qua dùng RC tần số được tính theo công thức:

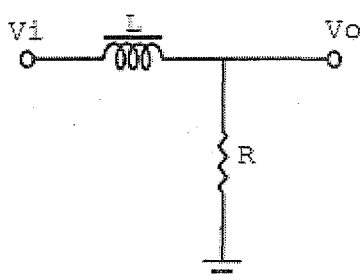
$$f_c = \frac{1}{2\pi RC} \quad (1.18)$$

Ở tần số cắt điện áp ra V_o có biên độ là:

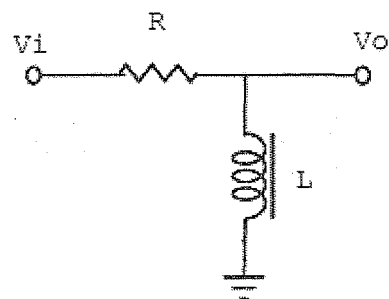
$$V_o = \frac{V_i}{\sqrt{2}} \quad (1.19)$$

1.3.2. Hàm R-L

Người ta có thể dùng điện trở R kết hợp với cuộn cảm L để tạo thành các mạch lọc thay cho tụ C . Do tính chất của L và C ngược nhau đối với tần số nên mạch lọc thấp qua và cao qua khi dùng RL có cách mắc ngược lại với mạch RC.



Hình 1.18a:
Mạch lọc thấp dùng RL



Hình 1.18 b:
Mạch lọc cao dùng RL

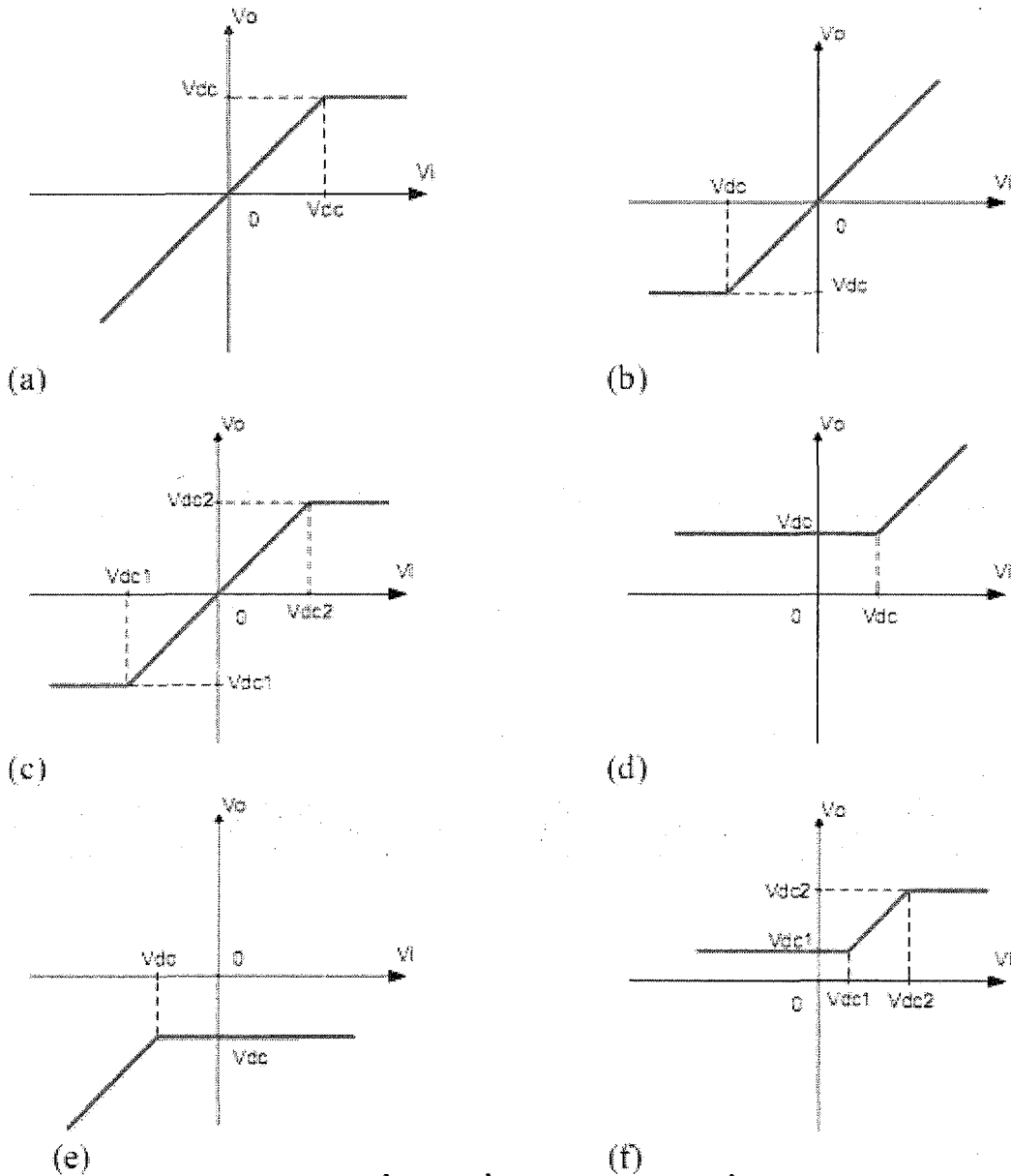
Hai mạch lọc thấp qua và mạch lọc cao qua dùng RL cũng có đáp ứng tần số và có dạng giống như trong mạch lọc RC

$$f_c = \frac{R}{2\pi L} \quad (1.20)$$

2. Các phương pháp biến đổi dạng xung

2.1. Mạch xén

Mạch xén là mạch cắt đi một phần của dạng điện áp vào ở trên hay ở dưới một mức chuẩn nào đó. Mối liên hệ giữa ngõ vào và ngõ ra của mạch xén thường có các dạng sau:



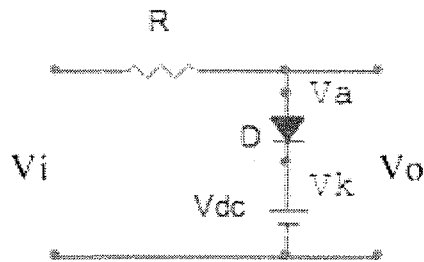
Hình 1.19. Đặc tuyến truyền đạt của một số mạch xén cơ bản

Dựa vào cấu trúc mạch xén gồm mạch xén song song và mạch xén nối tiếp.

- Mạch xén song song là mạch xén có phần tử xén nối song song với ngõ ra.
- Mạch xén nối tiếp là mạch xén có phần tử xén nối nối tiếp với ngõ ra.

2.1.1 Mạch xén song song

Xét mạch sau:



Hình 1.20. Mạch xén song song