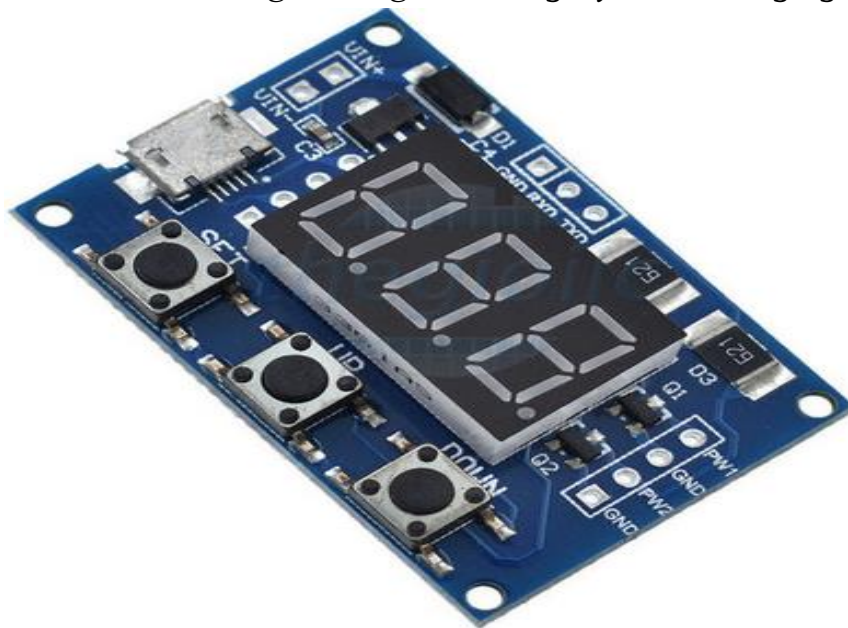


UBND TỈNH BÀ RỊA – VŨNG TÀU
TRƯỜNG CAO ĐẲNG KỸ THUẬT CÔNG NGHỆ



GIÁO TRÌNH
MÔ ĐUN KỸ THUẬT XUNG SỐ
NGHỀ ĐIỆN TỬ CÔNG NGHIỆP
TRÌNH ĐỘ CAO ĐẲNG

*(Ban hành kèm theo Quyết định số:...../QĐ-CDKTCN ngày.....tháng....năm
..... của Hiệu trưởng Trường Cao đẳng Kỹ thuật Công nghệ BR – VT*



BÀ RỊA – VŨNG TÀU, NĂM 2020

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN

Nhằm đáp ứng nhu cầu học tập và nghiên cứu cho giảng viên và sinh viên nghề Điện tử công nghiệp trong Trường Cao Đẳng Kỹ Thuật Công Nghệ Bà Rịa Vũng Tàu. Chúng tôi đã thực hiện biên soạn tài liệu Kỹ thuật xung số này.

Tài liệu này thuộc loại giáo trình nên các nguồn thông tin có thể được phép dùng nguyên bản hoặc trích dùng cho các mục đích về giảng dạy, học tập và tham khảo cho giáo viên và học sinh Trường Cao Đẳng Kỹ Thuật Công Nghệ Bà Rịa Vũng Tàu.

Mọi mục đích khác mang tính lệch lạc hoặc sử dụng với mục đích kinh doanh thiếu lành mạnh sẽ bị nghiêm cấm.

Tailieu.vn

LỜI GIỚI THIỆU

Để thực hiện biên soạn giáo trình đào tạo nghề Điện tử công nghiệp ở trình độ cao đẳng, giáo trình Kỹ thuật xung số là một trong những giáo trình mô đun đào tạo chuyên ngành được biên soạn theo nội dung chương trình khung được hiệu trưởng Trường Cao Đẳng Kỹ Thuật Công Nghệ Bà Rịa Vũng Tàu phê duyệt. Nội dung biên soạn ngắn gọn, dễ hiểu, tích hợp kiến thức và kỹ năng chặt chẽ với nhau, logic.

Khi biên soạn đã cố gắng cập nhật những kiến thức mới có liên quan đến nội dung chương trình đào tạo và phù hợp với mục tiêu đào tạo, nội dung lý thuyết và thực hành được biên soạn gắn với nhu cầu thực tế trong sản xuất đồng thời có tính thực tiễn cao.

Nội dung giáo trình gồm có 6 bài:

Bài 1: Lắp ráp và khảo sát mạch dao động tạo xung.

Bài 2: Lắp ráp và khảo sát các cổng logic cơ bản.

Bài 3: Thiết kế, lắp ráp mạch điều khiển bơm nước tự động.

Bài 4: Lắp ráp và khảo sát mạch logic MSI.

Bài 5: Lắp ráp và khảo sát mạch đếm.

Bài 6: Lắp ráp và khảo sát mạch ghi dịch.

Trong quá trình sử dụng giáo trình, tùy theo yêu cầu cũng như khoa học và công nghệ phát triển có thể điều chỉnh thời gian và bổ sung những kiến thức mới cho phù hợp. Trong giáo trình có đề ra nội dung thực tập của từng bài để người học củng cố và áp dụng kiến thức phù hợp với kỹ năng. Tuy nhiên, tùy theo điều kiện cơ sở vật chất và trang thiết bị của trường có thể sử dụng cho phù hợp.

Mặc dù đã cố gắng biên soạn để đáp ứng được mục tiêu giảng dạy và học tập cho giáo viên và học sinh của Trường Cao Đẳng Kỹ Thuật Công Nghệ Bà Rịa Vũng Tàu nhưng không tránh được những sai sót. Rất mong nhận được đóng góp ý kiến của các thầy, cô giáo và học sinh để điều chỉnh giáo trình hoàn thiện hơn.

Đất đỏ, ngày.....tháng.....năm 2020

Tham gia biên soạn

Chủ biên: Lê Minh Tân

MỤC LỤC

	Trang
LỜI GIỚI THIỆU	1
MỤC LỤC	Error! Bookmark not defined.
Nội dung mô đun:.....	6
Bài 1: Lắp ráp và khảo sát mạch dao động tạo xung.	6
1. Các khái niệm cơ bản xung điện	7
1.1. Khái niệm	7
1.2. Phương pháp biến đổi dạng xung.....	13
2. Lắp ráp và khảo sát mạch dao động tạo xung dùng transistor	35
2.1. Sơ đồ mạch	35
2.2. Chức năng linh kiện trong mạch	35
2.3. Nguyên lý hoạt động	35
2.4. Lắp ráp mạch	36
3. Lắp ráp và khảo sát mạch dao động tạo xung dùng IC555	38
3.1. Cấu tạo, sơ đồ chân, hình dáng, đo kiểm tra IC555	38
3.2. Chức năng của các chân IC555	40
3.3. Sơ đồ mạch	40
3.4. Chức năng linh kiện trong mạch	40
3.5. Nguyên lý hoạt động	40
3.6. Lắp ráp mạch	41
Bài 2: Lắp ráp và khảo sát các cổng logic cơ bản	44
1. Cổng NOT	45
1.1. Cấu tạo	45
1.2. Ký hiệu	45
1.3. Bảng trạng thái.....	45
1.4. Sơ đồ chân IC7404.....	46
1.5. Hình dáng IC7404	46
1.6. Lắp ráp, khảo sát IC7404.....	46
2. Cổng AND	48
2.1. Cấu tạo	48
2.2. Ký hiệu	48
2.3. Bảng trạng thái.....	48
2.4. Sơ đồ chân IC7408.....	48
2.5. Hình dáng IC7408	49
2.6. Lắp ráp, khảo sát IC7408.....	49
3. Cổng NAND	50

3.1. Cấu tạo	50
3.2. Ký hiệu	50
3.3. Bảng trạng thái.....	50
3.4. Sơ đồ chân IC7400.....	52
3.5. Hình dáng IC7400	52
3.6. Lắp ráp, khảo sát IC7400.....	52
4. Cổng OR.....	54
4.1. Cấu tạo	54
4.2. Ký hiệu	54
4.3. Bảng trạng thái.....	54
4.4. Sơ đồ chân IC7432	54
4.5. Hình dáng IC7432	55
4.6. Lắp ráp, khảo sát IC7432.....	55
5. Cổng NOR	57
5.1. Cấu tạo	57
5.2. Ký hiệu	57
5.3. Bảng trạng thái.....	57
5.4. Sơ đồ chân IC7402	57
5.5. Hình dáng IC7402	58
5.6. Lắp ráp, khảo sát IC7402.....	58
Bài 3: Thiết kế, lắp ráp mạch điều khiển bơm nước tự động.....	60
1. Hệ thống số và mã số	61
1.1. Hệ thống số.....	61
1.2. Hệ thống mã số	66
2. Đại số boole.....	71
2.1. Khái niệm	71
2.2. Các tính chất cơ bản.....	72
2.3. Phương pháp biểu diễn và tối thiểu hàm logic.....	72
3. Thiết kế, lắp ráp, khảo sát mạch điều khiển bơm nước tự động	79
3.1. Thiết kế mạch điều khiển theo yêu cầu	79
3.2. Lắp ráp, khảo sát mạch điều khiển dùng các cổng logic	79
Bài 4: Lắp ráp và khảo sát mạch logic MSI	83
1. Lắp ráp và khảo sát mạch mã hóa	83
1.1. Khái niệm	83
1.2. Phân tích mạch mã hóa.....	84
1.3. Lắp ráp mạch	86
2. Lắp ráp và khảo sát mạch giải mã.....	88
2.1. Khái niệm	88
2.2. Phân tích mạch giải mã	89

2.3. Lắp ráp mạch	94
3. Lắp ráp và khảo sát mạch dồn kênh	98
3.1. Khái niệm	98
3.2. Phân tích mạch dồn kênh.....	99
3.3. Lắp ráp mạch	103
4. Lắp ráp và khảo sát mạch phân kênh	105
4.1. Khái niệm	105
4.2. Phân tích mạch phân kênh	106
4.3. Lắp ráp mạch	110
Bài 5: Lắp ráp và khảo sát mạch đếm	114
1. Các Flip – Flop	114
1.1. Khái niệm	114
1.2. D – FF	116
1.3. T – FF.....	118
1.4. JK – FF.....	120
1.5. RS – FF.....	122
2. Lắp ráp và khảo sát mạch đếm dùng IC4017.....	124
2.1. Sơ đồ mạch	124
2.2. Phân tích mạch.....	124
2.3. Lắp ráp mạch	128
3. Lắp ráp và khảo sát mạch đếm lên	130
3.1. Sơ đồ mạch	130
3.2. Phân tích mạch.....	130
3.3. Lắp ráp mạch	131
4. Lắp ráp và khảo sát mạch đếm xuống	133
4.1. Sơ đồ mạch	133
4.2. Phân tích mạch.....	133
4.3. Lắp ráp mạch	133
Bài 6: Lắp ráp và khảo sát mạch ghi dịch	136
1. Lắp ráp và khảo sát mạch ghi dịch sáng thuận tắt thuận	136
1.1. Sơ đồ mạch	136
1.2. Phân tích mạch.....	138
1.3. Lắp ráp mạch	138
2. Lắp ráp và khảo sát mạch ghi dịch sáng thuận tắt nghịch	140
2.1. Sơ đồ mạch	140
2.2. Phân tích mạch.....	142
2.3. Lắp ráp mạch	142
3. Lắp ráp và khảo sát mạch ghi dịch sáng thuận tắt hết.....	144
3.1. Sơ đồ mạch	144

3.2. Phân tích mạch.....	144
3.3. Lắp ráp mạch.	144
4. Lắp ráp và khảo sát mạch ghi dịch sáng xen kẽ.....	145
4.1. Sơ đồ mạch	145
4.2. Phân tích mạch.....	146
4.3. Lắp ráp mạch	146
TÀI LIỆU THAM KHẢO	149

Tailieu.vn

GIÁO TRÌNH MÔ ĐUN

Tên mô đun: Kỹ thuật xung số

Mã mô đun: MĐ 14

Vị trí, tính chất, ý nghĩa và vai trò của mô đun:

- Vị trí của mô đun: Mô đun này phải học sau các môn an toàn điện, kỹ thuật điện, đo lường điện-điện tử, kỹ thuật điện tử, thiết kế và chế tạo mạch điện tử và học trước làm cơ sở để tiếp thu các mô đun khác như: Kỹ thuật cảm biến, Điện tử công suất, Vi điều khiển, PLC cơ bản.
- Tính chất của mô đun: Là mô đun bắt buộc và bổ trợ các kiến thức cần thiết về lĩnh vực điện tử cho người học.
- Ý nghĩa và vai trò của mô đun: Mô đun Kỹ thuật xung số là mô đun chuyên ngành quan trọng để làm cơ sở học các mô đun chuyên ngành khác.

Mục tiêu mô đun:

- Về kiến thức:
 - + Trình bày được các khái niệm cơ bản về xung điện và nguyên lý của các mạch dao động tạo xung.
 - + Trình bày được khái niệm về kỹ thuật số, kí hiệu, nguyên lý, bảng sự thật của các cổng logic cơ bản.
 - + Trình bày được nguyên lý hoạt động của các mạch như: Mạch đếm, mạch ghi dịch, mã hóa, giải mã, phân kênh, dồn kênh.
- Về kỹ năng:
 - + Lắp ráp, cân chỉnh, vận hành và khảo sát được các mạch tạo xung.
 - + Lắp ráp, cân chỉnh, vận hành và khảo sát được các mạch đếm, mạch ghi dịch, mã hóa, giải mã, phân kênh, dồn kênh.
- Về năng lực tự chủ và trách nhiệm.

Người học có khả năng làm việc độc lập hoặc làm nhóm, có tinh thần hợp tác, giúp đỡ lẫn nhau trong học tập và rèn luyện, có ý thức tự giác, tinh kỷ luật cao, tinh thần trách nhiệm trong công việc.

Nội dung mô đun:

Bài 1: Lắp ráp và khảo sát mạch dao động tạo xung.

Giới thiệu: Trong thực tế hiện tại có rất nhiều thiết bị sử dụng bộ đếm cũng như các bộ đèn quảng cáo nhưng các bộ này muốn hoạt động được thì phải cần có các bộ phát xung như mạch dao động dùng IC555, transistor, thạch anh...

Mục tiêu: Sau khi học xong bài học này người học có khả năng:

- Phát biểu được các khái niệm cơ bản và nhận dạng được xung điện.
- Trình bày được nguyên lý hoạt động của các mạch tạo xung.
- Lắp ráp và khảo sát được mạch dao động dùng transistor, IC555.

- Rèn luyện tính nghiêm túc, cẩn thận, chính xác và khả năng làm việc nhóm trong công việc.

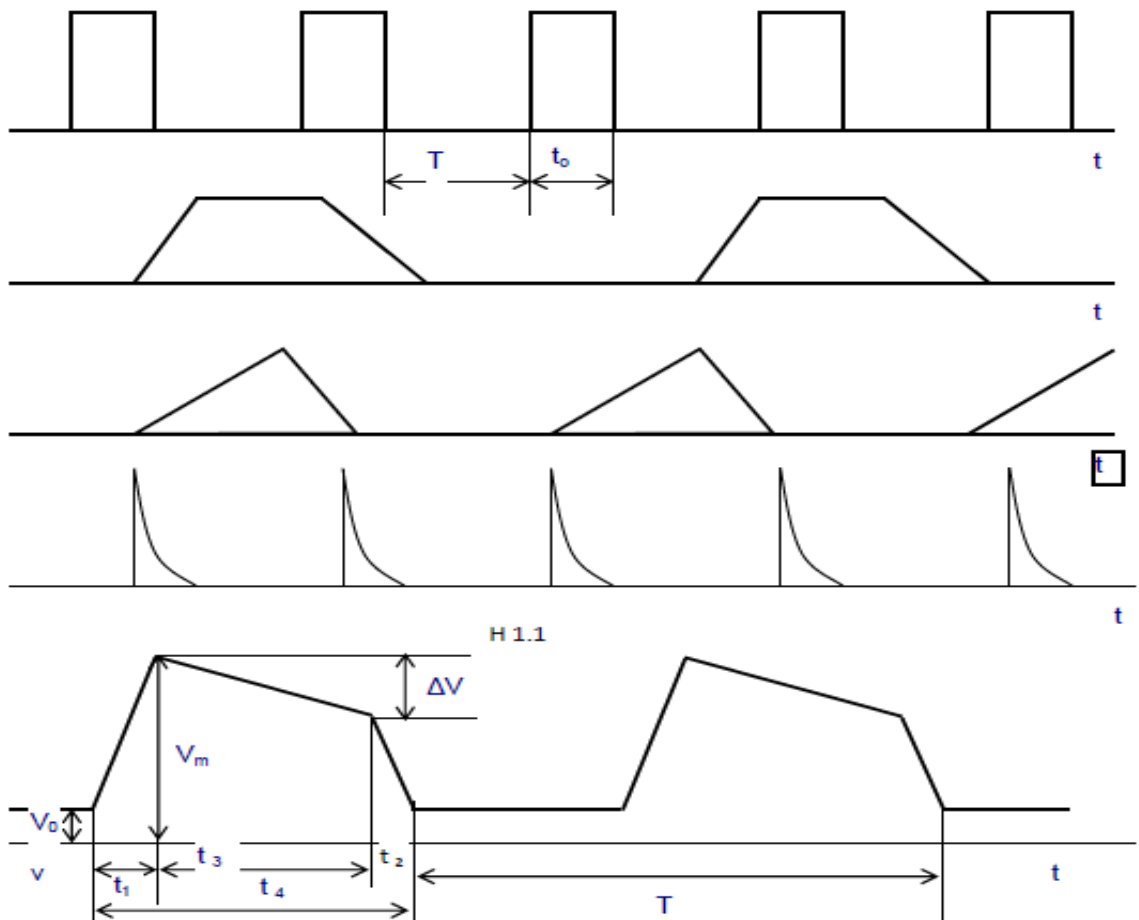
Nội dung:

1. Các khái niệm cơ bản xung điện

1.1. Khái niệm

1.1.1. Khái niệm cơ bản

Tín hiệu xung là tín hiệu không liên tục, thời gian tồn tại của xung trong nhiều trường hợp rất nhỏ, có thể so sánh với quá trình quá độ xảy ra trong mạch. Các mạch xung được sử dụng rộng rãi trong các thiết bị điện tử để tạo và biến đổi dạng xung hoặc xử lý thông tin dưới dạng xung.



Hình 1.2. Các dạng xung cơ bản

Trong thực tế tín hiệu xung rất đa dạng: xung vuông, xung tam giác, xung hình thang. Để đặc trưng cho dạng tín hiệu xung bất kỳ, ví dụ xung điện áp trên hình, người ta sử dụng một số thông số cơ bản sau:

- Biên độ xung V_m là giá trị cực đại của xung
- Giá trị đầu V_o
- Độ rộng sườn trước t_1 (hay thời gian lên)

- Độ rộng sườn sau t_2 (hay thời gian xuống)
- Độ rộng đỉnh xung t_3
- Độ rộng xung t_4
- Độ giảm áp đỉnh xung ΔV .

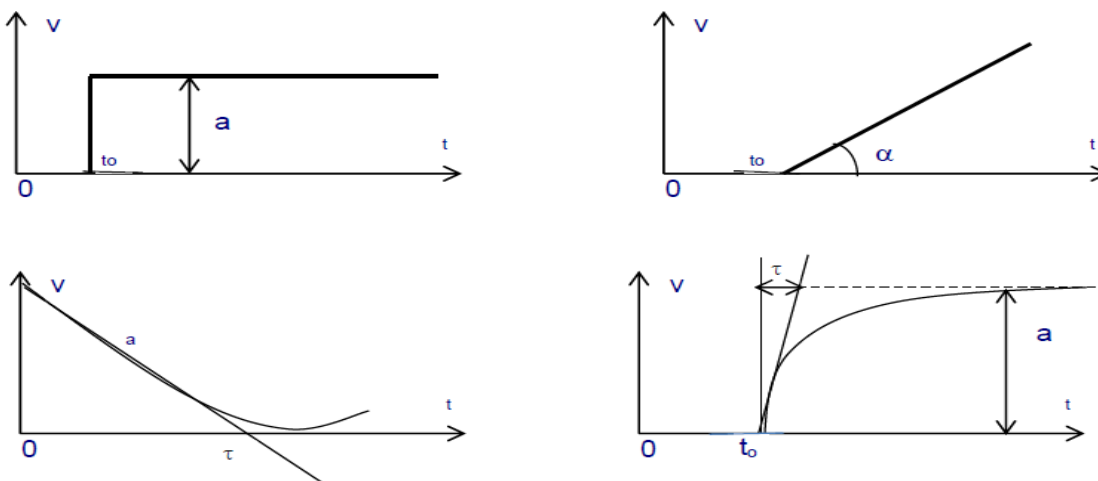
Tất cả các thông số thời gian của xung chỉ chính xác khi xung có hình dạng lý tưởng, ví dụ như trên hình. Trong thực tế, có rất nhiều dạng xung rất khó đánh giá một cách chính xác các thông số trên. Vì vậy, trong những trường hợp này để xác định các thông số thời gian người ta thường dùng quy ước so với biên độ xung. Ví dụ độ rộng sườn trước được tính trong khoảng thời gian mà tín hiệu xung biến đổi từ 10% đến 90% giá trị biên độ, còn độ rộng xung được tính trong khoảng thời gian tín hiệu xung lớn hơn 5% hoặc 10% giá trị biên độ.

Ngoài ra, đối với các dãy xung tuần hoàn người ta còn dùng một số thông số khác đặc trưng cho dãy xung như chu kỳ T , tần số f , độ rộng xung Q .

Độ rộng xung là tỷ số giữa chu kỳ T của dãy xung với độ rộng xung t_0 : $Q = \frac{T}{t_0}$

Ngoài ra giá trị nghịch đảo của Q hay tỷ số t_0 / T còn được gọi là chu kỳ nhiệm vụ của dãy xung.

Quá trình phân tích các mạch tạo và biến đổi dạng xung là quá trình xác định sự phụ thuộc hàm số của điện áp và dòng điện ở trạng thái quá độ. Để tìm hiểu, phân tích các hoạt động của thiết bị xung chúng ta có thể sử dụng tất cả các công cụ toán học đã biết như tuyến tính hóa từng đoạn đặc tuyến hay hàm, nguyên lý xếp chồng, biến đổi Laplace... Do tín hiệu xung rất đa dạng, để tìm phản ứng của thiết bị đối với một tín hiệu xung bất kỳ người ta thường phân tích tín hiệu xung thành tổng của những hàm cơ bản. Sau đây là một số dạng hàm cơ bản thường được sử dụng trong thực tế.



Hình 1.3. Các dạng hàm cơ bản

Hàm đột biến (h1.3) được viết bằng biểu thức: $V(t) = a.1(t - t_0)$

Trong đó: a : Biên độ tín hiệu

$1(t - t_0)$: Đột biến đơn vị tại thời điểm t_0 .

Hàm tuyến tính (hình 1.3b) biến đổi theo quy luật: $V(t) = k(t - t_0).1(t - t_0)$

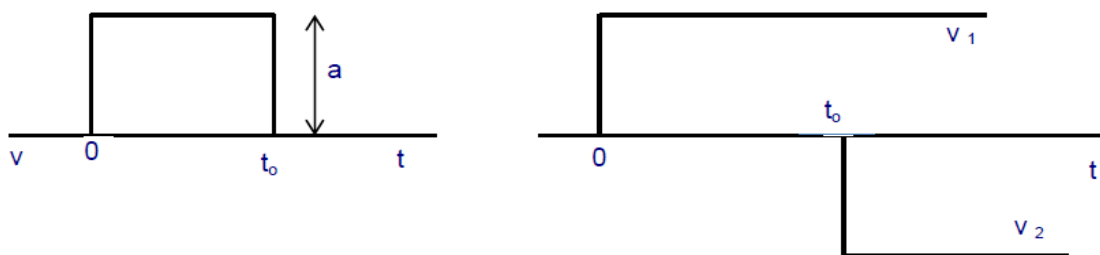
Trong đó k là độ nghiêng được tính toán bằng biểu thức: $k = \tan \alpha$.

Hàm mũ suy giảm (exponent) có dạng: $V(t) = ae^{-t/\tau}.1(t)$

Hay có thể viết theo cách khác: $V(t) = a. \exp(-t/\tau).1(t)$

Trong đó hằng số $\tau > 0$, đồ thị biểu diễn hàm cho trên hình

Hàm số mũ hình 1.3 có thể viết theo biểu thức: $V(t) = a \{1 - e^{-(t-t_0)/\tau}\}.1(t - t_0)$



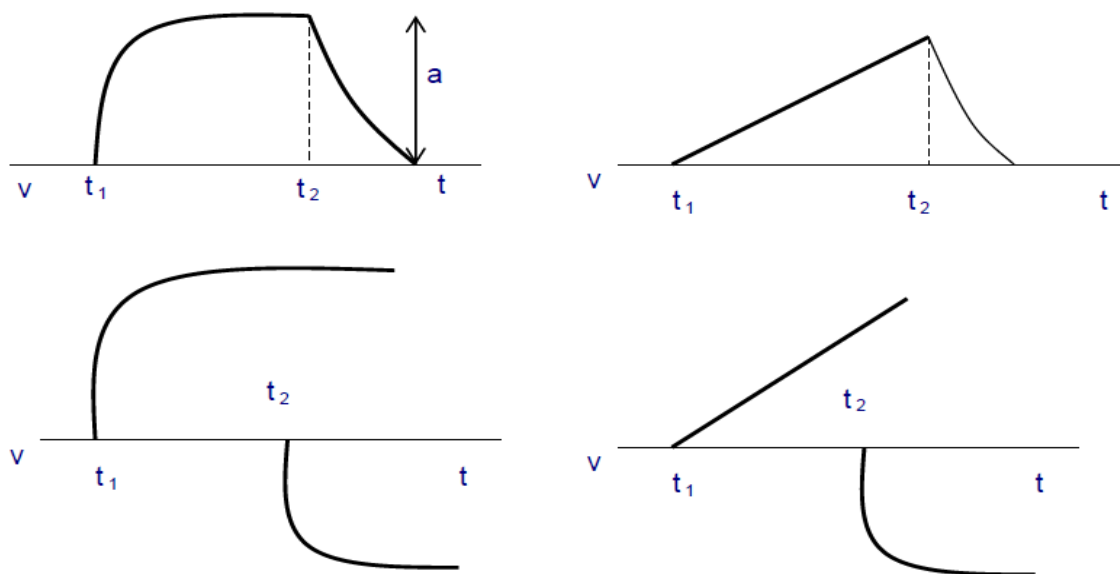
Hình 1.4. Xung vuông

Như vậy xung vuông có thể coi là tổng của hai hàm đột biến dương và âm. Ví dụ xung vuông hình 1.4 có độ rộng t_0 và biên độ a có thể phân tích thành tổng: $V = v_1 + v_2$

Trong đó: $v_1 = a.1(t)$; $v_2 = -a.1(t - t_0)$.

Do đó: $v = a \{1(t) - 1(t - t_0)\}$

Ngoài ra nhiều dạng xung phức tạp hơn cũng có thể phân tích thành tổng các hàm cơ bản như trên hình 1.5.



Hình 1.5. Các dạng xung phức tạp

1.1.2. Các thông số đặc trưng của tín hiệu xung

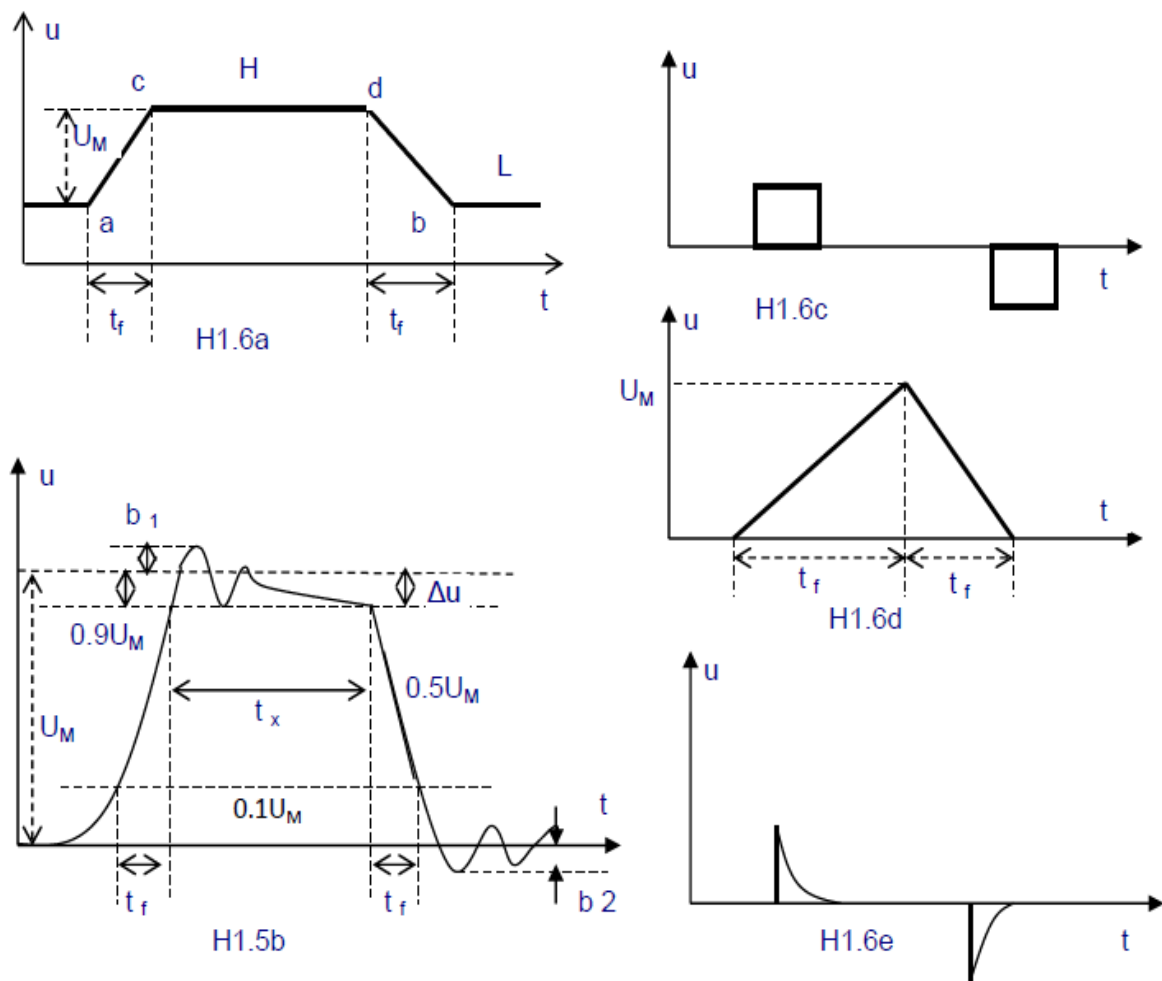
Các tín hiệu xung được dùng rộng rãi trong những lĩnh vực khác nhau của kĩ thuật số nói riêng và của kĩ thuật số điện tử nói chung; ví dụ trong truyền thông hữu tuyến và vô tuyến, trong radar, trong đo lường điều khiển số...

Các mạch tạo xung cho ra hai loại tín hiệu điện: các xung điện áp / dòng hoặc những bước nhảy của điện áp hay dòng. Đặc điểm của loại tín hiệu này là người ta chỉ quan tâm tới hai giá trị hoàn toàn phân biệt nhau của chúng, gọi là hai mức: Mức cao H và mức thấp L.

1.1.2.1. Xung

Xung là tín hiệu tạo nên do sự thay đổi mức của điện áp hay dòng trong một thời khoảng rất nhỏ: từ mức thấp L ban đầu chuyển sang nằm ở mức cao H trong một thời gian ngắn, hoặc ngược lại.

Hình 1.6a là một xung hình thang lý tưởng. Đoạn ab gọi là đáy xung, đoạn cd là đỉnh xung, đoạn ac chuyển từ mức thấp L lên mức cao H gọi là sườn lên của xung, đoạn db chuyển tiếp từ H sang L gọi là sườn xuống xung. Khoảng cách giữa đỉnh và đáy gọi là biên độ xung U_M ($U_M = H - L$). Một xung thực tế ở cửa ra mạch tạo xung có dạng tổng quát như ở hình 1.6b. ta thấy, do quá trình quá độ nên đỉnh xung không “trơn” và không nằm ở một điện áp cố định; mức cao H nằm trong miền điện áp giữa biên độ U_M và $0,9U_M$. Sai lệch Δu gọi là độ sụt áp đỉnh. Khoảng thời gian để xung tăng từ $0,1U_M$ đến $0,9U_M$ gọi là thời gian lên t_r (rise time); khoảng thời gian xung giảm từ $0,9U_M$ xuống $0,1U_M$ gọi là thời gian xuống t_f (fall time) của xung. khoảng thời gian giữa hai thời điểm tương ứng với giá trị $0,5U_M$ gọi là độ rộng xung t_x . Ngoài ra còn có các thông số phụ như “bước” đỉnh b_1 và “bước” sau khi kết thúc xung b_2 . nếu thời gian lên t_r và thời gian xuống t_f rất nhỏ so với độ rộng xung t_x , ta có xung vuông góc. Hình 5c vẽ các xung vuông góc lý tưởng cực tính dương và cực tính âm.



Hình 1.6. Các dạng xung thay đổi theo áp, dòng.

Ngoài xung vuông góc rất phổ biến trong kỹ thuật số, người ta còn sử dụng xung răng cưa (ramp). Hình 1.6d vẽ dạng tổng quát một xung răng cưa. Nó gồm hai sườn dốc, đặc trưng bởi thời gian lên dốc t_r (rising slope) và thời gian xuống dốc t_f (falling slope). Đối với xung răng cưa, ngoài biên độ U_M , người ta còn quan tâm tới tỉ số độ dốc (slope ratio)

$$SR = t_r : t_f$$

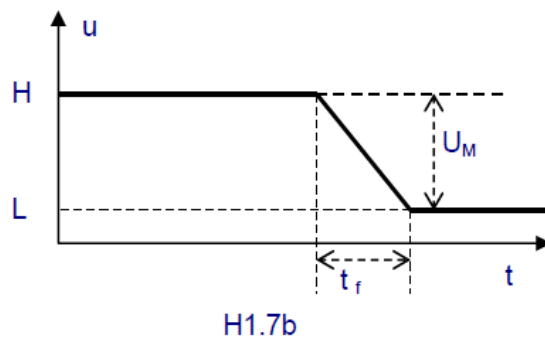
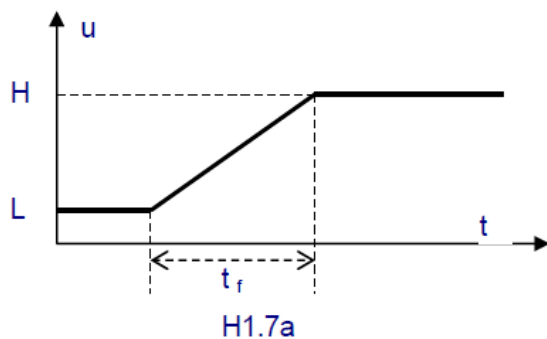
Ví dụ: $t_r = 15\text{ms}$, $t_f = 2\text{ms}$, ta có xung răng cưa với tỉ số độ dốc 15:2. nếu $t_r = t_f$ thì xung răng cưa gọi là xung tam giác.

Cuối cùng là xung đánh (đỉnh) có đỉnh nhọn (hình 1.6e). Xung này thường dùng để kích khởi hoạt động của các mạch điện tử.

1.1.2.2. Bước nhảy

Bước nhảy là sự chuyển rất nhanh của điện áp hoặc dòng giữa hai mức H và L. Nếu nhảy từ mức thấp L lên mức cao H thì gọi là bước nhảy dương (hình 1.7a); nếu

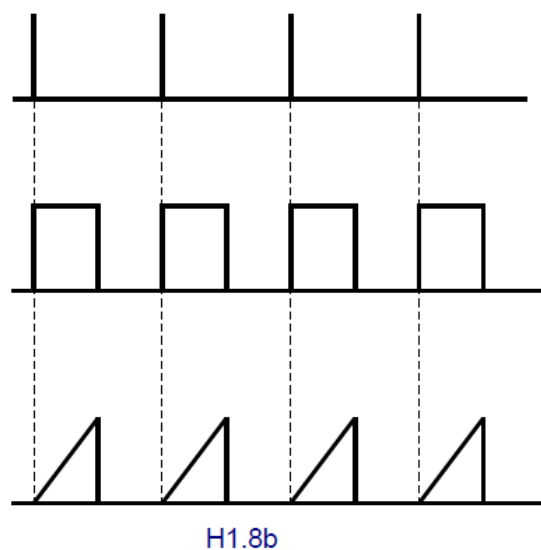
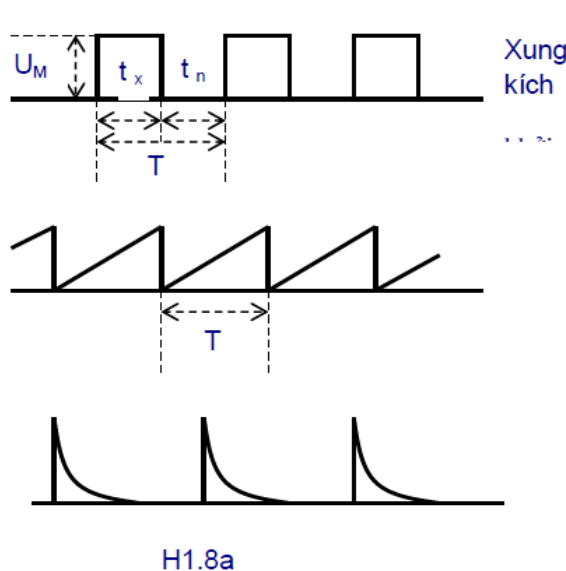
ngược lại nhảy từ H xuống L thì gọi là bước nhảy âm (hình 1.7b) . Bước nhảy, đôi khi còn gọi là tín hiệu thế, được đặc trưng bằng biên độ nhảy U_M và độ dài sườn dốc t_r (hoặc t_f). Bước nhảy là tín hiệu ra ở nhiều mạch điện tử, ví dụ mạch so sánh tương tự hoặc các Flip- Flop.



Hình 1.7. Bước nhảy

1.1.2.3. Dãy xung

Kỹ thuật xung không chỉ tạo ra những mạch phát xung đơn mà còn có các mạch cho ra một dãy xung liên tiếp (hình 1.8).



Hình 1.8. Dãy xung

Dãy xung có thể tuần hoàn với chu kỳ T, nghĩa là cứ sau mỗi khoảng thời gian T lại có một xung lặp lại hoàn toàn giống với xung trước nó. Hình 1.8a vẽ ba dạng dãy xung tuần hoàn thường gặp sau:

- Dãy xung vuông góc là dạng dãy xung thường gặp nhất trong kỹ thuật điện tử. Các thông số đặc trưng cho dãy xung gồm: Biên độ U_M , độ rộng xung t_x , thời gian nghỉ t_n , chu kỳ $T = t_x + t_n$, tần số $f = 1/T$. Ngoài ra còn hai thông số phụ đặc trưng khác là hệ số lấp đầy $\gamma = t_x/T$ và độ hổng (rỗng) $Q = 1/\gamma = T/t_x$.

Nếu $Q = 2$, ($t_x = t_n$), thì dãy xung gọi là dãy xung vuông góc đối xứng.

- Dãy xung răng cưa thuận túy ($t_r = 0$), chu kỳ T . Mạch phát dãy xung này thường dùng trong thiết bị dao động kí điện tử, với vai trò bộ tạo sóng quét ngang.

- Cuối cùng là dãy xung đánh tuần hoàn. Nó thường dùng để kích khởi những hoạt động có tính chu kỳ, ví dụ điều khiển sự đóng, mở lặp lại tuần hoàn của các khóa transistor.

Các mạch phát dãy xung tuần hoàn thường là những mạch hoạt động không chịu sự điều khiển bởi các xung kích khởi (kích thích) bên ngoài và gọi là các mạch dạng chạy tự do (free running form).

Dãy xung có thể là không tuần hoàn (hình 1.8b). Mạch phát các xung này là những mạch hoạt động theo sự điều khiển của các xung kích khởi ở bên ngoài, và gọi là các mạch dạng kích khởi (triggered form). Ứng với mỗi xung kích thích bên ngoài, mạch cho ra một xung có biên độ và độ rộng xung không thay đổi, nghĩa là dạng xung đưa ra hoàn toàn lặp lại giống nhau sau mỗi xung kích thích.

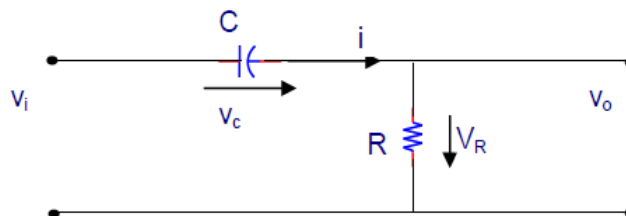
1.2. Phương pháp biến đổi dạng xung

1.2.1 Mạch RC

Mạch có cấu tạo gồm một hay nhiều điện trở mắc với tụ. Tùy theo tín hiệu ra mà người ta phân biệt thành mạch thượng thông hay hạ thông.

1.2.1.1. Mạch RC thượng thông

Trong mạch trở R mắc nối tiếp với tụ C còn tải mắc song song với R . Tùy theo giá trị các linh kiện sử dụng trong mạch, các mạch RC thượng thông có thể sử dụng để ngăn cách về điện thế một chiều giữa các tầng mạch hoặc để xén tín hiệu theo độ rộng.



Hình 1.9a. Mạch RC thượng thông

Để tìm phản ứng của mạch đối với nhiều loại tín hiệu khác nhau, chúng ta xác định hàm truyền đạt của mạch áp dụng phương pháp biến đổi Laplace.

Gọi $V_i(p)$ và $V_o(p)$ là ảnh của $v_i(t)$ và $v_o(t)$, hàm truyền đạt $K(p)$ được tính theo biểu thức:

$$K(p) = \frac{V_o(p)}{V_i(p)} = \frac{R}{R + \frac{1}{pC}} = \frac{1}{1 + \frac{1}{pRC}}$$

Nếu đặt $\tau = RC$ thì:

$$K(p) = \frac{1}{1 + \frac{1}{p\tau}} = \frac{p}{p + \frac{1}{\tau}}$$

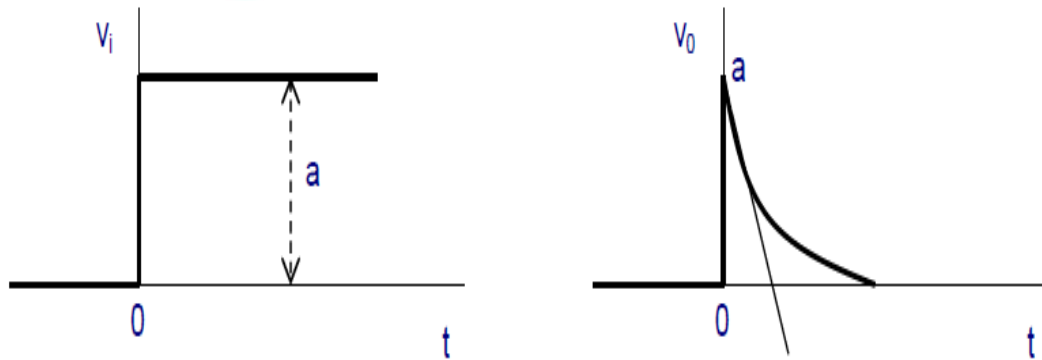
* Phản ứng với đột biến điện áp

Giả sử tín hiệu vào là đột biến dương ở thời điểm $t = 0$. Ta có $v_i(t) = a.1(t)$ trong đó a là biên độ đột biến.

$$V_i(t) \text{ có ảnh } V_i(p) = \frac{a}{p}$$

$$\text{Do đó: } V_o(p) = V_i(p) K(p) = \frac{a}{p} \cdot \frac{p}{p + \frac{1}{\tau}} = \frac{a}{p + \frac{1}{\tau}}$$

Tín hiệu ra $v_o(t) = a.e^{-t/\tau}$. Dạng tín hiệu vào và ra cho trên hình 1.9a.



Hình 1.9b. Dạng tín hiệu vào và ra mạch RC thượng thông

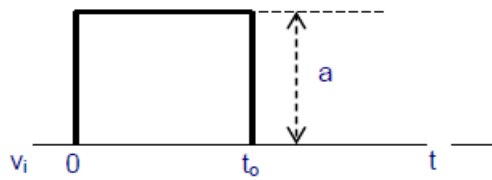
Thông số τ được gọi là thời hằng của mạch, nó đặc trưng cho tốc độ diễn ra quá trình quá độ trong mạch. Độ rộng xung ra T_o được quy ước trong phạm vi $T_o = (2,3 \div 3) \tau$. Quá trình quá độ trong mạch có thể giải thích như sau:

- Khi $t < 0$ $v_i = 0$ nên điện áp trên R và C đều bằng không .
- Khi $t \geq 0$ $v_i = a$ nên tụ C bắt đầu nạp điện qua R bằng dòng $i = (v_i - v_c) / R$, điện áp v_c tăng dần còn v_o giảm dần tiến tới không .
- Khi $t \rightarrow \infty$ mạch đạt trạng thái xác lập với $v_c = a$ và $v_o = 0$. tiếp tuyến với đường cong tín hiệu v_o tại thời điểm $t = 0$ luôn cắt trục thời gian tại τ .

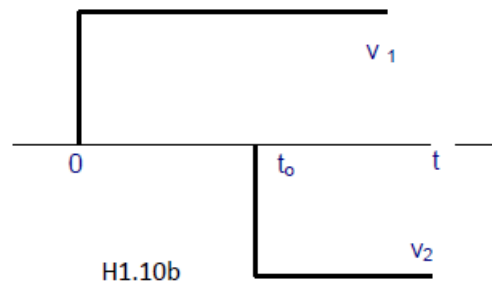
* Phản ứng với xung chữ nhật

Giả thiết tín hiệu vào v_i có biên độ a và độ rộng t_0 . phân tích v_i thành tổng của hai đột biến điện áp như trên hình 1.10b: $V_i = a.1(t) - a.1(t - t_0)$

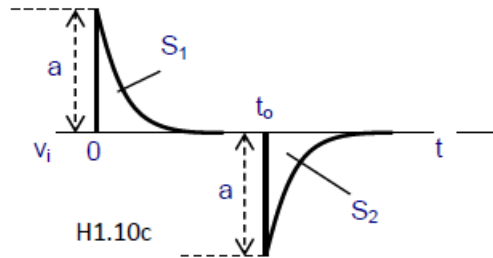
Như vậy tín hiệu ra tương ứng là: $V_i = a \cdot e^{-t/\tau} - a \cdot e^{-(t-t_0)/\tau}$



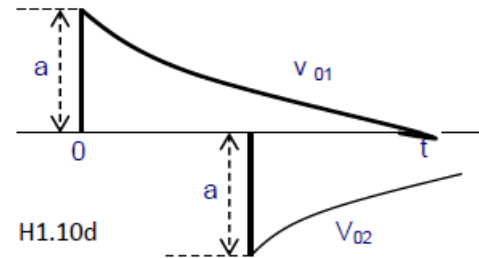
H1.10a



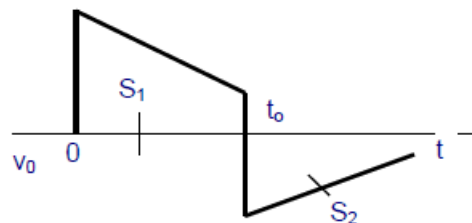
H1.10b



H1.10c



H1.10d



H1.10e

Hình 1.10. Dạng tín hiệu vào và ra khi thời hằng nhỏ

Trên hình 1.10 là dạng tín hiệu vào và ra khi thời hằng của mạch nhỏ hơn và lớn hơn rất nhiều so với độ rộng xung t_0 . quá trình quá độ trong mạch diễn ra như sau:

- Khi $t < 0$ $v_i = 0$ nên điện áp trên R và C đều bằng không.
- Khi $t_0 > t \geq 0$ $v_i = a$ nên tụ C bắt đầu nạp điện qua R bằng dòng $i = (v_i - v_C) / R$, điện áp v_C tăng dần còn v_0 giảm dần tiến tới không.
- Khi $t \geq t_0$ $v_i = 0$ tụ C phóng điện tích trên nó qua R, điện áp v_C và v_0 giảm dần tới không.

Do dòng xả của tụ C ngược chiều so với dòng nạp tụ trước đó nên điện áp ra v_0 đổi dấu.

Khi thời hằng τ rất nhỏ so với độ rộng xung t_0 tín hiệu ra có dạng như trên hình 1.10c, trong đó gai dương đáp ứng của mạch với $v_1 = a \cdot 1(t)$ còn gai âm là đáp ứng đối với $v_2 = -a \cdot 1(t - t_0)$.

Nếu thời hằng τ rất lớn so với độ rộng xung t_0 thì đáp ứng của mạch so với mỗi thành phần v_1, v_2 sẽ là v_{01}, v_{02} tương ứng (hình 1,10d). Như vậy tín hiệu ra v_0 là tổng của các đáp ứng trên có dạng như hình 1.10e.

Phần diện tích dưới đường cong tín hiệu: $S = \int v_0 dt = R \int i dt = RQ$

Trong đó Q là điện tích trên tụ C . như vậy diện tích S_1 tỷ lệ với điện nạp và S_2 tỷ lệ với điện tích xả của tụ C . Do điện tích nạp bằng điện tích xả nên S_1 phải bằng S_2 .

* Phản ứng với tín hiệu hàm mũ

Cho tín hiệu vào biến đổi theo quy luật $v_i = a(1 - e^{-t/\tau})$. áp dụng biến đổi

Laplace Ta có: $V_i(p) = \frac{a}{\tau} \cdot \frac{1}{p(p + \frac{1}{\tau})}$

$$V_0(p) = V_i(p) \cdot \frac{p}{p + \frac{1}{\tau}} = \frac{a}{\tau} \cdot \frac{1}{p + \frac{1}{\tau}} \cdot \frac{1}{p + \frac{1}{\tau}}$$

Gọi $n = \frac{RC}{\tau} = \frac{\tau}{\tau_1}$ thì $v_0(t) = a \frac{n}{n-1} \{e^{-t/\tau} - e^{-t/\tau_1}\}$ với $n \neq 1$

Nếu $n = 1$ thì $V_0(p) = \frac{a}{\tau} \frac{1}{(p + \frac{1}{\tau})}$ nên $v_0 = a \frac{t}{\tau} e^{-t/\tau}$

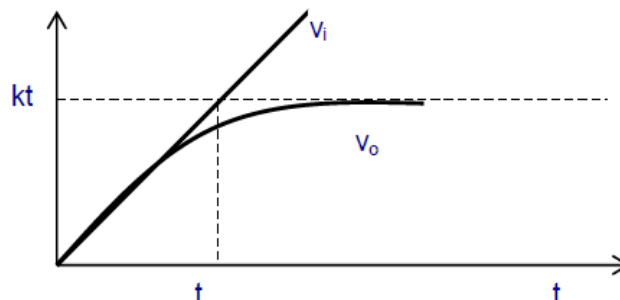
* Phản ứng với tín hiệu tuyến tính.

Cho tín hiệu vào biến đổi theo quy luật $v_i = kt \cdot 1(t)$. áp dụng biến đổi Laplace ta

có: $V_i(p) = \frac{k}{p^2}$

$$V_0(p) = \frac{k}{p^2} \cdot \frac{p}{p + \frac{1}{\tau}} = \frac{k}{p(p + \frac{1}{\tau})}$$

$$V_i = k\tau (1 - e^{-t/\tau})$$



Hình 1.11. Tín hiệu tuyến tính

Dạng tín hiệu vào và ra cho trên hình 1.11.

* Chức năng vi phân tín hiệu

Biểu thức của mạch: $V_i = v_C + v_0 = v_0 + \frac{Q}{C}$, Trong đó Q là điện tích trên tụ C.

Lấy đạo hàm biểu thức ta nhận được: $\frac{dV_i}{dt} = \frac{dv_0}{dt} + \frac{i}{C} = \frac{dv_0}{dt} + \frac{v_0}{RC}$

Chọn thời hằng của mạch thật nhỏ sao cho: $\frac{v_0}{RC} \gg \frac{dv_0}{dt}$

Khi đó tín hiệu ra có thể tính gần đúng: $V_0 \approx RC \frac{dV_i}{dt}$

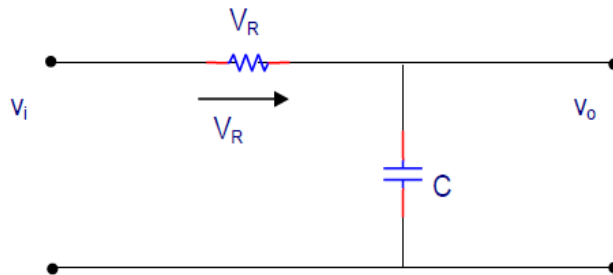
Mạch RC thượng thông với thời hằng thật nhỏ còn được gọi là mạch vi phân.

1.2.1.2. Mạch RC hạ thông

Đây là dạng mạch RC trong đó tín hiệu ra được lấy trên C. Biểu thức hàm truyền đạt của mạch:

$$K(p) = \frac{1/pC}{R + 1/pC}$$

Tiếp theo chúng ta sẽ tìm phản ứng của mạch sử dụng các kết quả tìm được từ mạch RC thượng thông: $v_C = v_i - v_R$



Hình 1.12. Mạch RC hạ thông

* Phản ứng với đột biến điện áp

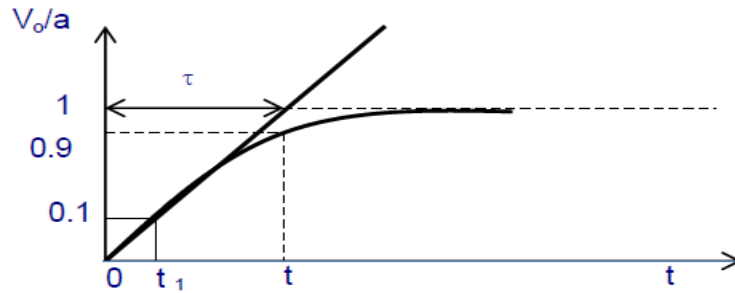
Ta có: $v_i(t) = a.1(t)$ và $v_R(t) = a.e^{-t/\tau}$

Vậy tín hiệu ra : $v_0(t) = v_C(t) = a(1 - e^{-t/\tau})$

Dạng tín hiệu ra cho trên hình 1.13. Tiếp tuyến với đường cong tín hiệu v_0 tại thời điểm $t = 0$ luôn đạt mức a khi $t = \tau$. Có thể thấy đây là dạng không lý tưởng nên độ rộng sườn trước (thời gian lên) được quy ước là khoảng thời gian để v_C tăng từ 0,1 ÷ 0,9 giá trị biên độ. Như vậy độ rộng sườn trước được xác định như sau:

$$V_0(t_1) = 0,1a \quad \text{khi} \quad t_1 = 0,1RC$$

$$V_0(t_2) = 0,9a \quad \text{khi} \quad t_2 = 2,3RC$$



Hình 1.13. Tín hiệu ra mạch RC hạ thông

$$T_{st} = t_2 - t_1 = 2,2RC = 2,2\tau$$

Mặt khác tần số cắt trên 3dB của mạch RC: $\omega_H = \frac{1}{RC} = 2\pi f_H$

Do đó độ rộng sườn trước có thể xác định thông qua tần số cắt trên: $T_{st} = \frac{2,2}{2\lambda \int H} \approx$

$$\frac{0,35}{\int H}$$

* Phản ứng với xung chữ nhật

Biểu thức tín hiệu vào: $V_i = a.1(t) - a.1(t - t_0)$

Áp dụng kết quả trên nhận được tín hiệu ra : $V_o = a(1 - e^{-t/\tau}) - a(1 - e^{-(t-t_0)/\tau})$

Dạng tín hiệu vào và ra cho trên hình 1.14a với hai trường hợp: khi thời hằng của mạch nhỏ hơn và lớn hơn rất nhiều so với độ rộng xung. Khi thời hằng τ của mạch rất nhỏ so với độ rộng xung t_0 tín hiệu ra có dạng như trên hình 1.14d, đây là kết quả cộng tác dụng của hai đáp ứng v_{01} , v_{02} với đột biến dương và âm của tín hiệu vào (cho trên hình 1.14c). Tương tự, nếu thời hằng τ rất lớn so với t_0 thì tín hiệu ra lại có dạng như hình 1.14e. ở đây dễ dàng nhận thấy τ càng lớn thì tín hiệu ra càng bị méo dạng