

NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO MÁY ĐẾM XUNG NHANH SỬ DỤNG LINH KIỆN LÔGIC LẬP TRÌNH MAX 7160S

Đinh Sỹ Hiền, Hồ Hán Tân, Nhan Nguyễn Minh Xuân

Khoa Vật lý, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên – ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 27 tháng 7 năm 2004)

TÓM TẮT: Bài báo mô tả nguyên tắc hoạt động và đặc trưng của máy đếm xung nhanh được chế tạo trên cơ sở linh kiện logic lập trình MAX7160S. Đặc biệt máy có thể đếm các xung nhanh với tần số tới 100 MHz. Do được chế tạo bằng linh kiện logic lập trình nên dụng cụ gọn nhẹ và có công suất tiêu thụ thấp.

Công trình này được thực hiện tại Bộ môn Điện tử - Viễn thông, Khoa Vật lý, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Tp. HCM

Công trình được thực hiện trong khuôn khổ của đề tài nghiên cứu trọng điểm ĐHQG HCM, mã số B2003-18-27TD.

I. MỞ ĐẦU

Thiết kế chế tạo dụng cụ điện tử dựa trên linh kiện logic lập trình (PLD) đang thu hút nhiều sự chú ý của các nhà thiết kế hệ thống vì PLD có mật độ cao, công suất tiêu thụ thấp và tốc độ cao. Trong số các nhà cung cấp linh kiện logic lập trình hàng đầu trên thế giới như Xilinx, Actel, Quicklogic, Algotronix, v.v... thì hãng Altera là một nhà cung cấp nổi tiếng nhất. Altera đã cung cấp các họ linh kiện logic lập trình như: MAX3000, MAX5000, MAX7000, MAX9000, FLEX6000, FLEX8000, FLEX10K và APEX20K. Tất cả các họ linh kiện của hãng Altera đều được chế tạo dựa trên quy trình CMOS có mật độ lên tới 1,5 triệu cổng trên một chip. MAX7000 được xem là một trong những họ linh kiện được chế tạo thành công của Altera về mật độ, công suất tiêu thụ cũng như tốc độ và đặc biệt là khả năng lập trình trong hệ thống (ISP). Mục đích của công trình này là tận dụng những ưu điểm nổi trội của họ linh kiện MAX7000S (MAX7160S) của hãng Altera như mật độ cao, công suất tiêu thụ thấp, tốc độ cao và đặc biệt là khả năng lập trình trên hệ thống ISP để chế tạo máy đếm nhanh với tần số lên tới 100 MHz.

II. NGUYÊN TẮC HOẠT ĐỘNG

1. Mô tả tổng quát họ linh kiện MAX7000 [1, 2, 3]

Họ MAX7000 là PLD mật độ cao, đặc trưng cao dựa trên kiến trúc MAX thế hệ thứ hai của Altera. Được sản xuất với công nghệ CMOS tiên tiến, họ MAX7000 dựa trên EEPROM, cung cấp 600 tới 5000 cổng có thể sử dụng được, lập trình trong hệ thống (ISP), sự trì hoãn từ chân này tới chân kia là 5ns và tốc độ đếm lên tới 178,6 MHz.

Những linh kiện MAX7000 có thể lập trình ngay trên hệ thống được gọi là họ MAX7000S, bao gồm những linh kiện như: EPM7032S, EPM7064S, EPM7128S, EPM7160S, EPM7192S và EPM7256S. Linh kiện EPM7160S có số cổng cực đại là 3200 với 160 tế bào vĩ mô.

Kiến trúc MAX7000 hỗ trợ 100% mô phỏng TTL và tích hợp mật độ cao các chức năng của SSI, MSI, và LSI. Nó tích hợp dễ dàng nhiều linh kiện trong phạm vi từ PAL, GAL và 22V10 tới các linh kiện FPGA. Với tốc độ, mật độ và tài nguyên vào/ra có thể so sánh với mảng cổng mặt nạ thông thường, những linh kiện MAX7000 là một sự thay thế lý tưởng đối với những mảng cổng. Những linh kiện họ MAX7000 có nhiều kiểu đóng gói, gồm PLCC, PGA, PQFP, RQFP, và TQFP.

Những linh kiện MAX7000 dùng các tế bào CMOS EEPROM để hiện thực các hàm logic. Kiến trúc MAX7000 kèm theo nhiều loại hàm logic nối tiếp và kết hợp độc lập. Những linh kiện này có thể được lập trình và xóa lên tới 100 lần.

Những linh kiện MAX7000 có từ 32 tới 256 tế bào vĩ mô được kết hợp thành những nhóm với 16 tế bào vĩ mô, được gọi là khối mảng logic (LAB). Mỗi tế bào vĩ mô có một mảng AND lập trình được,

cổng OR cố định và một bộ ghi có thể cấu hình với các chức năng đồng hồ, cho phép, xoá và định sẵn lập trình độc lập. Để tạo nên các hàm logic phức tạp, mỗi tế bào vi mô có thể được bổ sung cả hai hàm tích mở rộng có thể chia sẻ được và song song tốc độ cao cung cấp lên tới 32 hàm tích trên một tế bào vi mô.

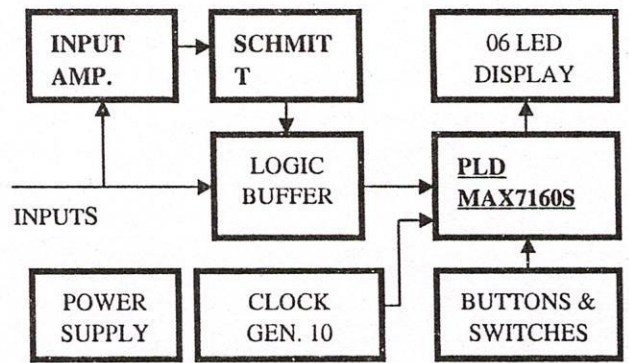
Họ MAX7000 cung cấp sự tối ưu về tốc độ hoặc công suất lập trình. Những phần tốc độ tới hạn của một thiết kế có thể hoạt động ở tốc độ cao hoặc công suất toàn phần, trong khi những phần còn lại giảm tốc độ hoặc công suất thấp. Sự tối ưu những tính năng về tốc độ hoặc công suất cho phép nhà thiết kế định cấu hình cho một hoặc nhiều hơn số tế bào vi mô để vận hành ở công suất 50% hoặc thấp hơn, trong khi đó chỉ thêm vào một khoảng thời gian trì hoãn nhỏ. Bộ điều khiển lối ra của tất cả những linh kiện MAX7000 (ngoại trừ những linh kiện có 44 chân) có thể được thiết lập cho cả hai thể làm việc 3,3V hay 5,0V. Những linh kiện MAX7000 cũng cho phép sử dụng trong các hệ thống có nhiều mức điện áp.

Họ linh kiện MAX7000 được hỗ trợ bằng hệ thống phát triển phần mềm MAX+PLUS II của Altera.

Họ linh kiện MAX7000 có thể được lập trình nhờ khối lập trình chủ (MPU) hoặc bằng cáp tải nối tiếp BitBlaster hoặc cáp tải song song ByteBlaster cho lập trình ISP.

2. Nguyên tắc hoạt động của máy đếm 100 MHz

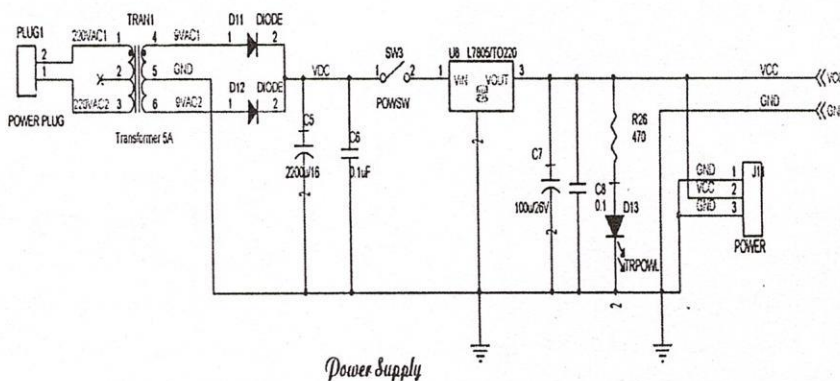
Sơ đồ khối của máy đếm 100 MHz được trình bày trên hình 1. Máy đếm bao gồm: mạch khuếch đại lối vào; mạch khởi phát trigger schmitt; mạch đệm logic; máy phát đồng hồ 10 MHz; chuyển mạch điều khiển; PLD MAX7160S; mạch chỉ thị 06 LED bảy đoạn và mạch biến đổi AC thành DC. Máy đếm có hai chế độ: đếm xung có biên độ nhỏ và xung logic TTL. Nếu xung vào có biên độ nhỏ hơn 1,5 V, ta có thể đưa xung tới bộ khuếch đại vào (AD811) qua tầng khởi phát bằng trigger schmitt (bộ so sánh AD790) tới mạch đệm logic (74F244) để tạo nên xung có biên độ chuẩn TTL. Nếu xung vào có biên độ chuẩn TTL ta có thể đưa trực tiếp tới lối vào bộ đệm logic để đưa tới lối vào đếm. Mạch đếm được hiện thực bằng PLD MAX 7160LCS84-10 thực hiện các chức năng của chip đếm như sau: đếm thập phân với dung lượng 10^6-1 ; giải mã động; mạch điều khiển quét LED và giải mã động; mạch điều khiển đếm; chọn kiểu đếm (bằng tay hoặc tự động); báo tràn và định thời gian đếm. Mạch máy phát xung đồng hồ là loại máy phát xung ổn định bằng thạch anh với tần số 10 MHz (MXO-11A).



Hình 1. Sơ đồ khối của máy đếm nhanh 100 MHz

Nguồn nuôi chính của máy đếm

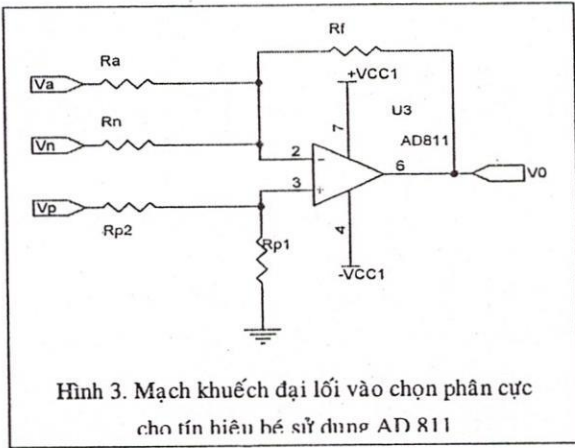
Sơ đồ nguyên lý của nguồn nuôi máy đếm được trình bày trên hình 2. Nguồn nuôi này được sử dụng cho chip đếm và LED bảy đoạn chỉ thị số đếm trên mặt máy.



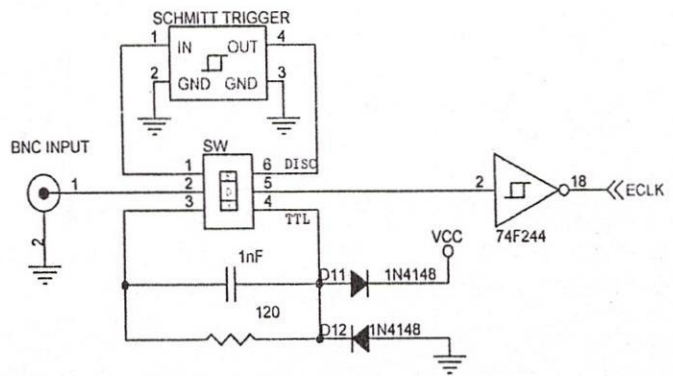
Hình 2. Sơ đồ nguyên lý của nguồn nuôi máy đếm nhanh

Mạch vào của máy đếm

Mục đích chính của việc thiết kế mạch vào của máy đếm là đếm các tín hiệu biên độ bé và tín hiệu chuẩn TTL (chế độ DISC và TTL). Chế độ DISC tương ứng với việc chọn kênh tín hiệu vào có biên độ nhỏ nên được đưa qua mạch khuếch đại nhanh AD811 rồi sau đó chuyển tín hiệu vào này thành xung vuông (dùng AD790) để tạo xung vuông ECLK đưa vào chip đếm. Còn chế độ TTL tương ứng với tín hiệu lối vào có dạng xung vuông theo chuẩn TTL nên không cần đưa qua mạch khuếch đại mà có thể đưa trực tiếp vào tầng đệm 74F244 để hình thành lại xung vuông đưa vào chip đếm. Sơ đồ mạch khuếch đại tín hiệu bé lối vào với chọn phân cực và thế ngưỡng sử dụng khuếch đại thuật toán AD811 được trình bày trên hình 3. AD 811 là bộ khuếch đại vidêô có tốc độ cao (2500 V/ μ s); băng thông cực đại 140 MHz; biên độ nhiễu $1,9 \text{ nV} \sqrt{\text{Hz}}$.



Hình 3. Mạch khuếch đại lối vào chọn phân cực cho tín hiệu bé sử dụng AD 811



Hình 4. Mạch chuyển đổi giữa chế độ DISC và TTL

Sơ đồ nguyên lý của mạch chuyển đổi lối vào được trình bày trên hình 4. BNC INPUT là lối vào của tín hiệu cần đo, gắn trên mặt máy.

Chuyển mạch SW dùng để chuyển đổi giữa hai chế độ TTL và DISC. Khi SW được bật lên chế độ DISC được chọn thì tín hiệu ở lối vào BNC đưa qua mạch khuếch đại hình thành xung vuông. Khi SW được bật xuống chọn chế độ TTL thì tín hiệu lối vào theo chuẩn TTL được đưa qua hạn chế biên độ xung để bảo vệ phần mạch phía sau khi biên độ lối vào quá lớn. Hai điốt D11 và D12 được sử dụng để hạn chế biên độ xung vào không vượt quá +5V. Mạch đệm 74F244 có đặc tính Schmitt Trigger nên có khả năng loại bỏ nhiễu là mạch đệm rất tốt cho tín hiệu logic nhanh. Hơn thế nữa 74F244 có thời gian trì hoãn nhỏ (tiêu biểu TD = 3 ns) cho tần số hoạt động trên 100MHz. Lối ra của 74F244 là tín hiệu TTL (ECLK) được đưa vào chip đếm nhanh.

Chip đếm nhanh MAX7116LCS84-10

Sơ đồ nguyên lý của chip đếm nhanh được trình bày trên hình 5.

Ảnh chụp toàn bộ máy phát xung chuẩn và máy đếm nhanh 100 MHz được trình bày trên hình 6. Ảnh chụp mặt máy chi tiết hơn được trình bày trên hình 7.

Đặc trưng kỹ thuật cơ bản của máy đếm xung nhanh 100 MHz

- Tần số đếm cực đại: 100 MHz.
- Dung lượng đếm: 106 – 1.
- Độ nhạy lối vào ở chế độ DISC.: 5 mV.
- Trở kháng lối vào: 1 k Ω .
- Thời gian định trước: 10 ms \pm 1000s.
- Thế nguồn AC: 220 V.

III. KẾT LUẬN

Lần đầu tiên tại Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG Tp. HCM một mẫu máy đếm xung nhanh 100 MHz đã được chế tạo trên cơ sở linh kiện lập trình EPM7160LCS84-10 và công cụ phát triển phần

mềm MAX+PLUS II làm việc trong chế độ lập trình trong hệ thống sử dụng cáp tải song song ByteBlaster, giúp ta nhanh chóng tiếp cận được với công nghệ VLSI đang là trung tâm của công nghệ chế tạo vi mạch hiện nay. Do sử dụng linh kiện logic lập trình cho nên máy đếm có mạch in chế tạo đơn giản, gọn nhẹ và hoạt động tin cậy [4].

Công trình được thực hiện trong khuôn khổ của đề tài nghiên cứu trọng điểm ĐHQG HCM, mã số B2003-18-27TD.

DESIGN AND CONSTRUCTION OF FAST COUNTER USING PLD OF MAX7160S

Dinh Sy Hien, Ho Han Tan, Nhan Nguyen Minh Xuan

Faculty of Physics, University of Natural Sciences, Vietnam National University – Ho Chi Minh City

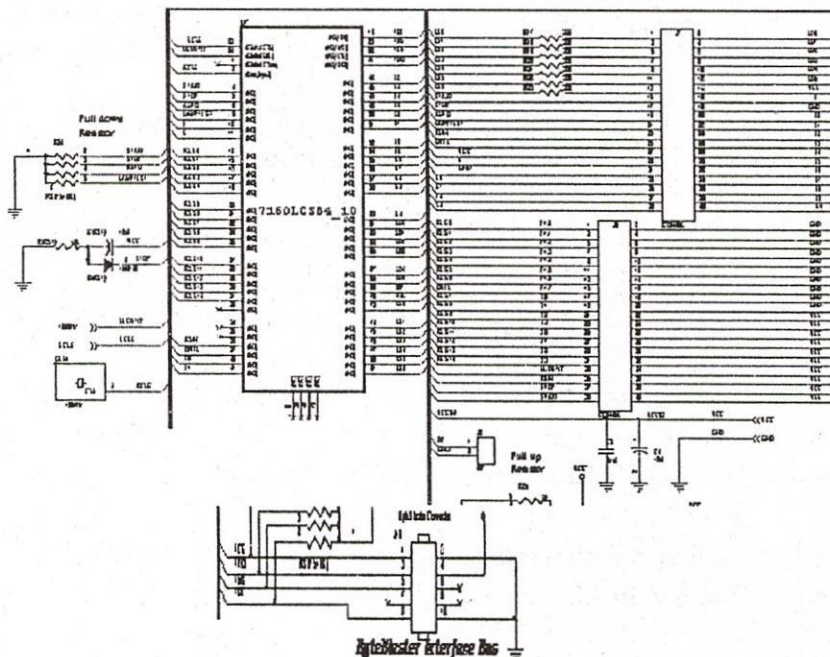
ABSTRACT: This paper describes operational principle and performance of fast counter/timer based on PLD of MAX7160S. Specially, the counter can count fast impulses with frequency up to 100 MHz. Due to using PLD of MAX7160S, the instrument is compact and has low power consumption.

This work has been performed at Department of Electronics & Telecommunications, Faculty of Physics, University of Natural Sciences, VietNam National University – HoChiMinh City.

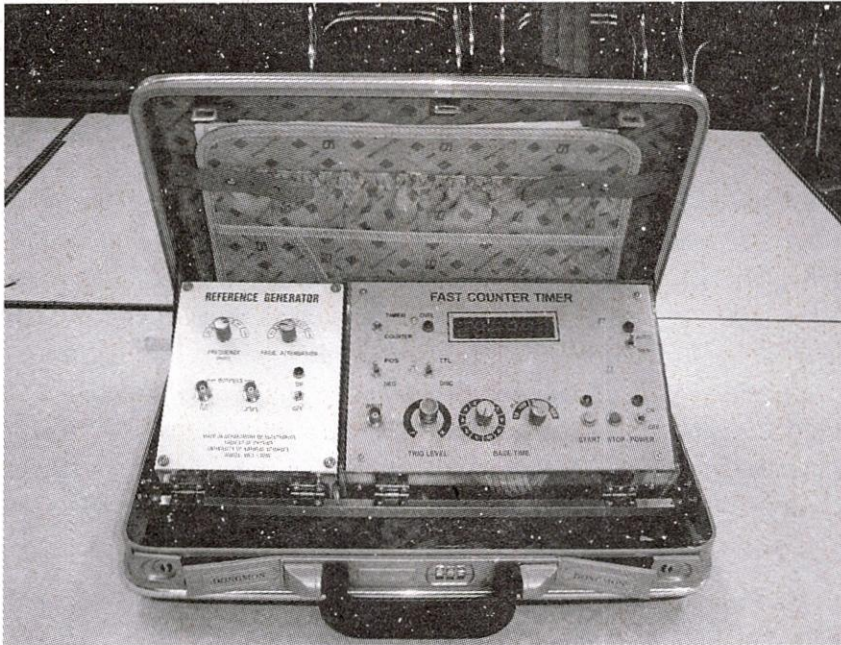
This work has been supported within the framework of project of Vietnam National University-Ho Chi Minh City, No B2003-18-27TD.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

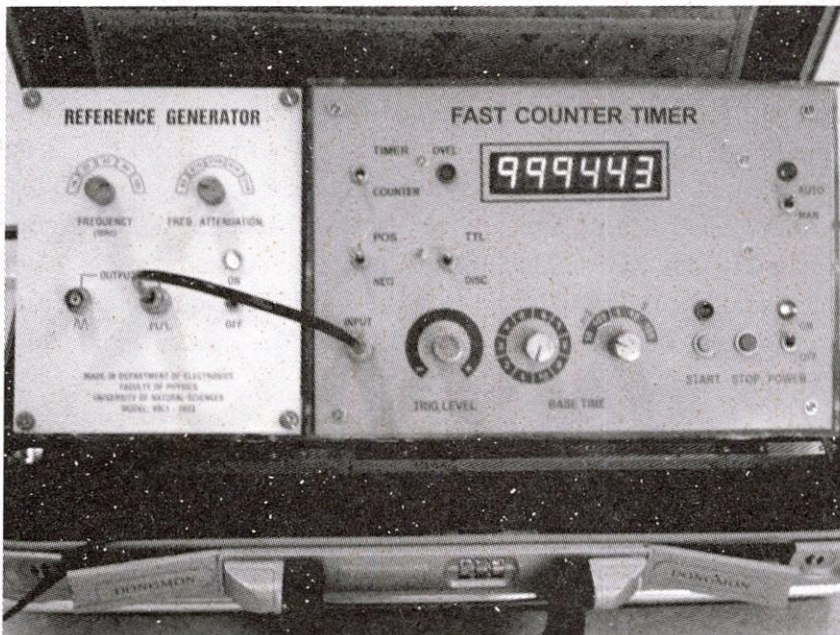
- [1]. Digital Library 2000, Altera Corporation, 2000.
- [2]. Digital Library 2003, Altera Corporation, 2003.
- [3]. MAX 7000 Programmable Logic Device Family, Altera Corporation, 2002.
- [4]. Đinh Sỹ Hiền, Báo cáo nghiệm thu đề tài nghiên cứu trọng điểm ĐHQG Tp. HCM, 2004.



Hình 4.18. Sơ đồ nguyên lý của máy đếm nhanh sử dụng chip đếm EPM7160LCS84 - 10



Hình 6. Máy phát xung chuẩn và máy đếm nhanh 100 MHz



Hình 7: Mặt máy của máy phát xung chuẩn và máy đếm xung 100 MHz