

Người báo cáo:	Ngô Hải Bắc	Tài liệu:	REP02.02
Ngày:	6/14/2008	Trang:	1/14

Report N° 02.02

Gửi đến: Thầy Lưu Hồng Việt – Giáo viên hướng dẫn FPGA nhóm Hiếu, Bắc.

Nội dung: Project điều khiển động cơ bước đơn cực (Unipolar motor)

MICROSOFT WORD

Tóm tắt:

Báo cáo giới thiệu tổng quan về cách tạo một Project hoàn chỉnh với ISE 8.2i và nạp vào KIT Spartan 3E của Xilinx.

Tài liệu gồm các phần sau:

- Mạch điều khiển động cơ bước
- Các components của dự án

1. Mạch điều khiển động cơ bước

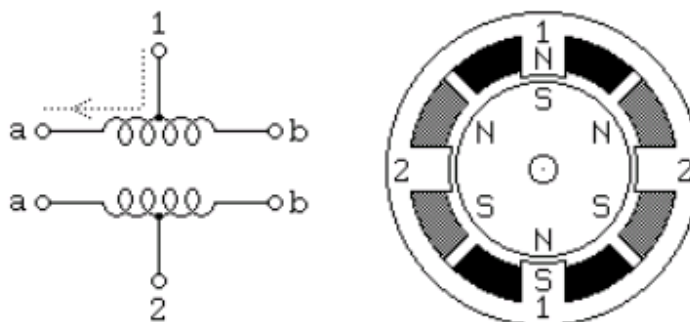
1.1. Giới thiệu động cơ bước đơn cực

Động cơ được dùng trong project này là động cơ bước đơn cực (unipolar motor).



Người báo cáo:	Ngô Hải Bắc	Tài liệu:	REP02.02
Ngày:	6/14/2008	Trang:	2/14

Hình 1.1: Động cơ bước đơn cực



Hình 1.2: Cấu tạo động cơ bước

Động cơ bước đơn cực cuốn theo sơ đồ hình 1.2, với một đầu nối trung tâm trên các cuộn. Khi dùng các đầu nối trung tâm được nối lên đầu dương của nguồn cấp, còn 2 đầu còn lại của mỗi mẫu lần lượt được nối đất để đảo chiều từ trường tạo bởi cuộn đó.

Mẫu 1 nằm ở cực trên và dưới của stator, còn mẫu 2 nằm ở hai cực bên phải và bên trái động cơ. Rotor là một nam châm vĩnh cửu với 6 cực, 3 Nam và 3 Bắc, xếp xen kẽ trên vòng tròn. Để xử lý góc bước ở mức độ cao hơn, rotor phải có nhiều cực đối xứng hơn. Động cơ bước được dùng là động cơ nam châm vĩnh cửu với mỗi bước là 1.8 độ.

Có nhiều cách điều khiển động cơ bước: Điều khiển 1 bước, điều khiển nửa bước và điều khiển vi bước.

Điều khiển 1 bước

Như trong hình, dòng điện đi qua từ đầu ng tâm của mẫu 1 đến đầu a tạo ra cực Bắc trong stat or trong khi đó cực còn lại của stator là cực Nam. Nếu điện ở mẫu 1 bị ngắt và kích mẫu 2, rotor sẽ quay 30 độ, hay 1 bước. Để quay động cơ một cách liên tục, chúng ta chỉ cần áp điện vào hai mẫu của động cơ theo dãy:

Mẫu 1a 1000100010001000100010001 Mẫu 1a 1100110011001100110011001

Mẫu 1b 0010001000100010001000100 Mẫu 1b 0011001100110011001100110

Mẫu 2a 0100010001000100010001000 Mẫu 2a 0110011001100110011001100

Mẫu 2b 0001000100010001000100010 Mẫu 2b 1001100110011001100110011

thời gian --> thời gian -->

Người báo cáo:	Ngô Hải Bắc	Tài liệu:	REP02.02
Ngày:	6/14/2008	Trang:	3/14

Điều khiển nửa bước

Vị trí bước được tạo ra bởi hai chuỗi trên không giống nhau; kết quả, kết hợp 2 chuỗi trên cho phép điều khiển nửa bước, với việc dừng động cơ một cách lần lượt tại những vị trí đã nêu ở một trong hai dãy trên. Chuỗi kết hợp như sau:

Mẫu 1a 11000001110000011100000111

Mẫu 1b 00011100000111000001110000

Mẫu 2a 01110000011100000111000001

Mẫu 2b 00000111000001110000011100

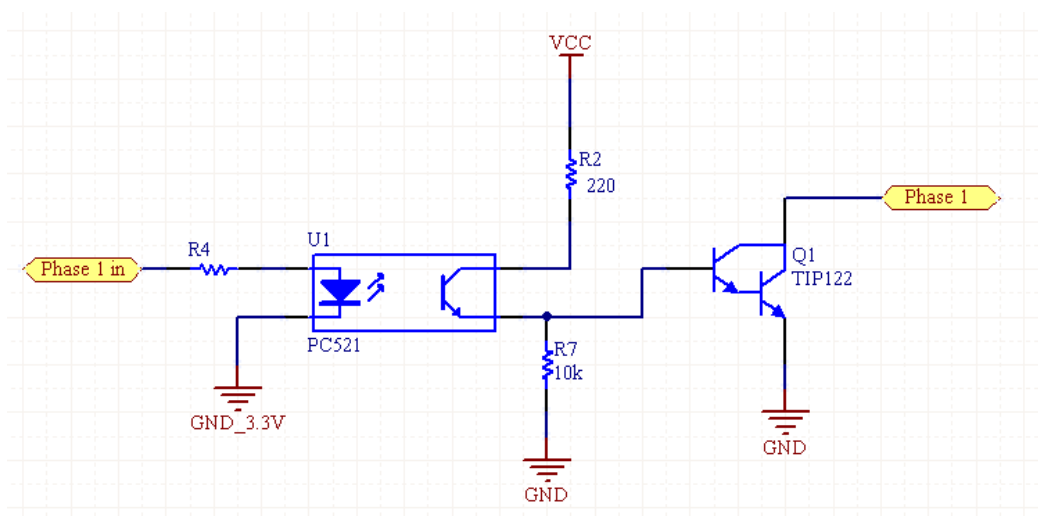
Thời gian -->

1.2. Mạch điều khiển động cơ

Dựa theo nguyên lý cấu tạo như phần 1.1. chúng ta cần điều khiển sự đóng ngắt chân 1a, 1b, 2a, 2b với đất.

Mạch dùng cách ly quang PC521 cách ly điện áp giữa bo mạch Spartan 3E và mạch lực bên ngoài.

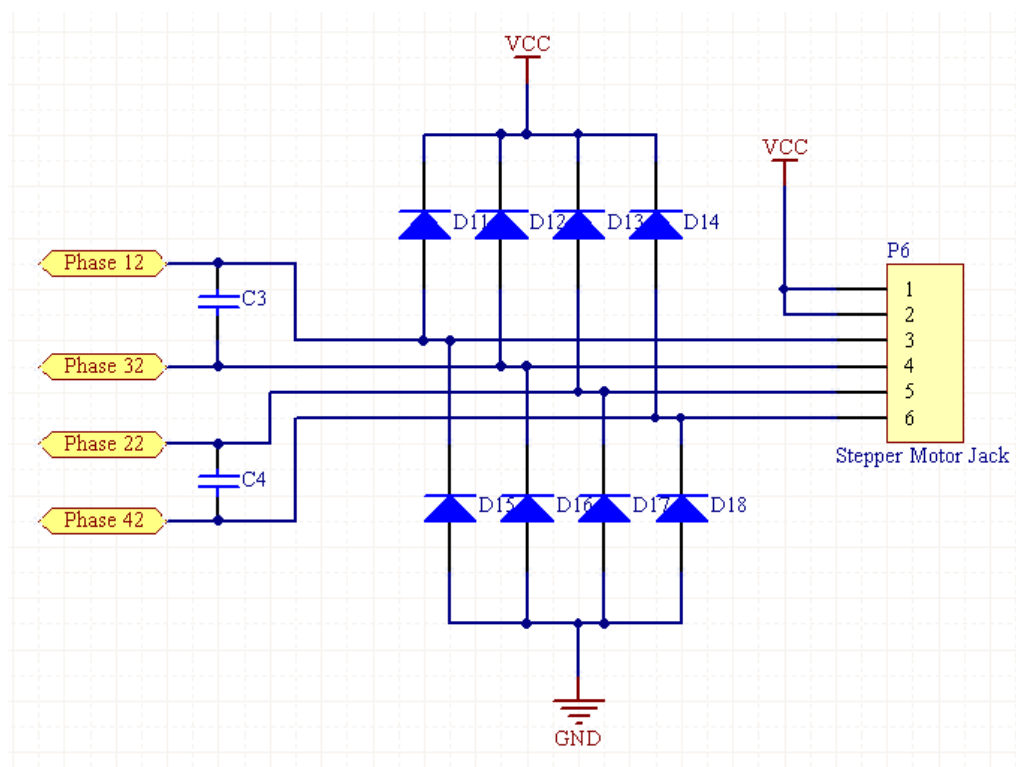
Điều khiển đóng ngắt các chân dùng Transtor Darlington TIP122 (NPN) có tần suất đóng cắt lớn.



Hình 1.3: Mạch điều khiển

Người báo cáo:	Ngô Hải Bắc	Tài liệu:	REP02.02
Ngày:	6/14/2008	Trang:	4/14

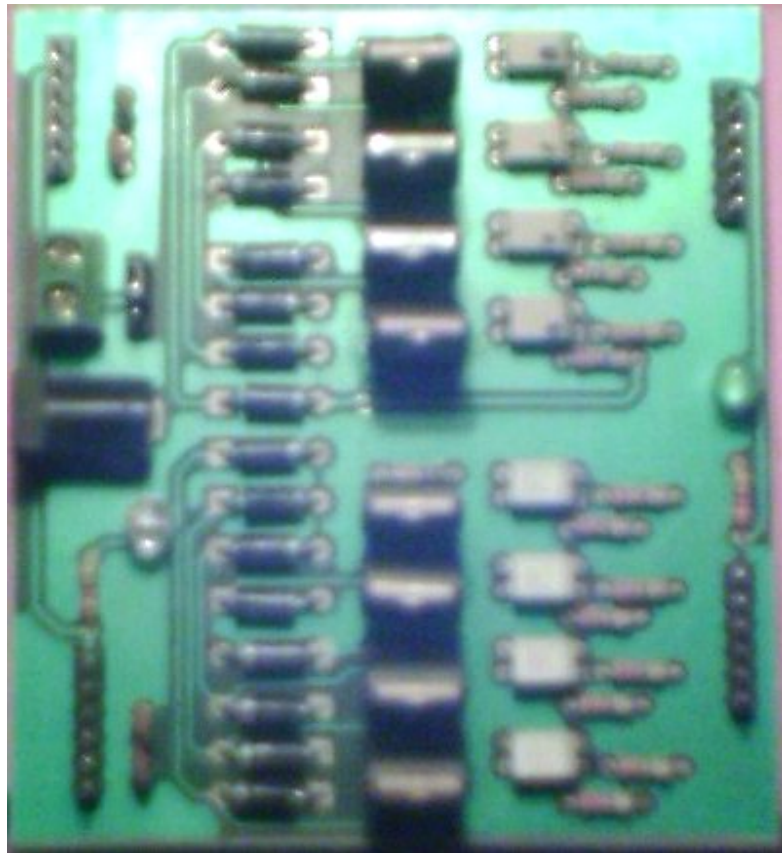
Khi có tín hiệu tích cực 1 ở chân Phase 1_in thì PC521 thông dẫn đến TIP122 thông và chân tương ứng của stepper motor được nối với đất khi đó phần dây đó sẽ có dòng chạy qua, sinh ra từ thông. Do đó, tín hiệu đưa vào mạch sẽ giống hệt như các sơ đồ ở 1.1.



Hình 1.4: Sơ đồ mắc các chân của động cơ

Động cơ có 6 dây với 2 dây đầu được nối lên nguồn dương, các chân còn lại nối với mạch điều khiển ở trên, ngoài ra mỗi chân này nối với 2 diode để đảm bảo trong trường hợp đóng ngắt đột ngột các nửa cuộn dây.

Người báo cáo:	Ngô Hải Bắc	Tài liệu:	REP02.02
Ngày:	6/14/2008	Trang:	5/14



Hình 1.5: Sơ đồ mạch in

2. Các thành phần của dự án

2.1. Stepper Motor Controller

```
--
entity Stepper_Motor_Controller is
    Port ( clk : in  STD_LOGIC;           -- input to determine speed of rotation
          rst : in  STD_LOGIC;           -- resets and initializes the circuit
          en  : in  STD_LOGIC;           -- determine whether motor rotating or holding
          dir : in  STD_LOGIC;           -- motor direction control
          ph  : out STD_LOGIC_VECTOR(4 downto 1) -- output to phase 1 to 4 motor
    );
end Stepper_Motor_Controller;
---
```

Bộ điều khiển gồm có đầu vào là:

- Clk: Xung clock sẽ quyết định tốc độ của động cơ.
- Rst: Tín hiệu reset lại trạng thái ban đầu.
- En: Tín hiệu xác định động cơ ở chế độ quay hay ở chế độ giữ.

Người báo cáo:	Ngô Hải Bắc	Tài liệu:	REP02.02
Ngày:	6/14/2008	Trang:	6/14

- Dir: điều khiển chiều quay của motor

Đầu ra là 4 bit đến điều khiển mạch lực.

Thuật toán: Dựa vào bảng xung như phân tích ở mục 1.1. ta thấy 4 tín hiệu ra chính là 4 tín hiệu trích từ một vector 11100000 quay vòng tròn, trong đó 4 tín hiệu là trích của 4 bit 0, 2, 4, 6. Bởi vì khi quay như thế thì tại mỗi thời điểm luôn có 2 tín hiệu = 1 trong điều khiển nửa bước.

```

---
architecture Behavioral of Stepper_Motor_Controller is

    --initial value puts one LED on near the middle.
    signal step_pattern : std_logic_vector(7 downto 0) := "11100000";

begin
    process(clk,rst) begin
        if rst = '1' then
            step_pattern <= "11100000";

        else
            if clk'event and clk = '1' then
                -- If clk event occurs then shift
                if en = '1' then
                    if dir = '1' then
                        step_pattern <= step_pattern(6 downto 0) & step_pattern(7);
                    else
                        step_pattern <= step_pattern(0) & step_pattern(7 downto 1);
                    end if;
                end if;
            end if;
        end if;
    end process;

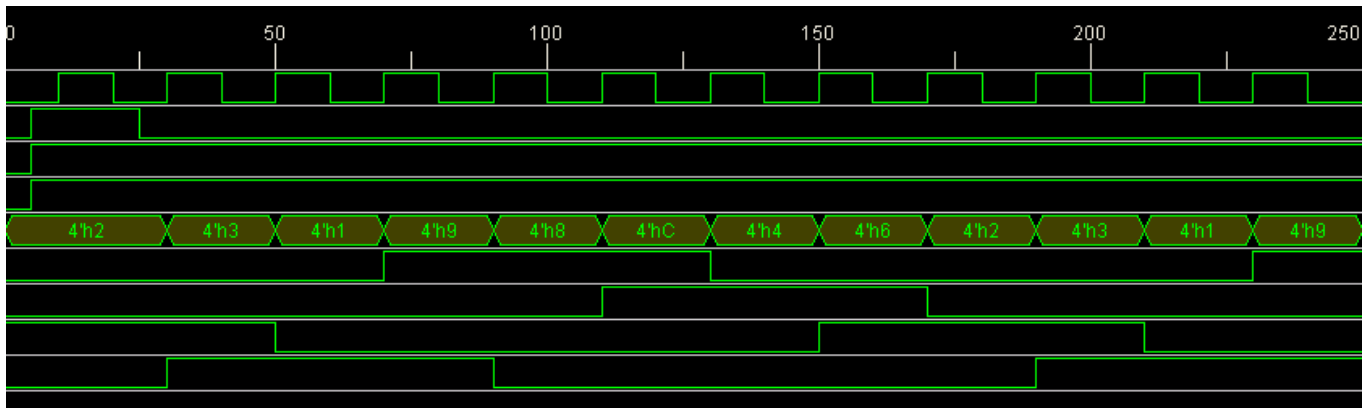
    -- Update values to the phases
    ph(1) <= step_pattern(0);
    ph(2) <= step_pattern(6);
    ph(3) <= step_pattern(4);
    ph(4) <= step_pattern(2);

end Behavioral;

```

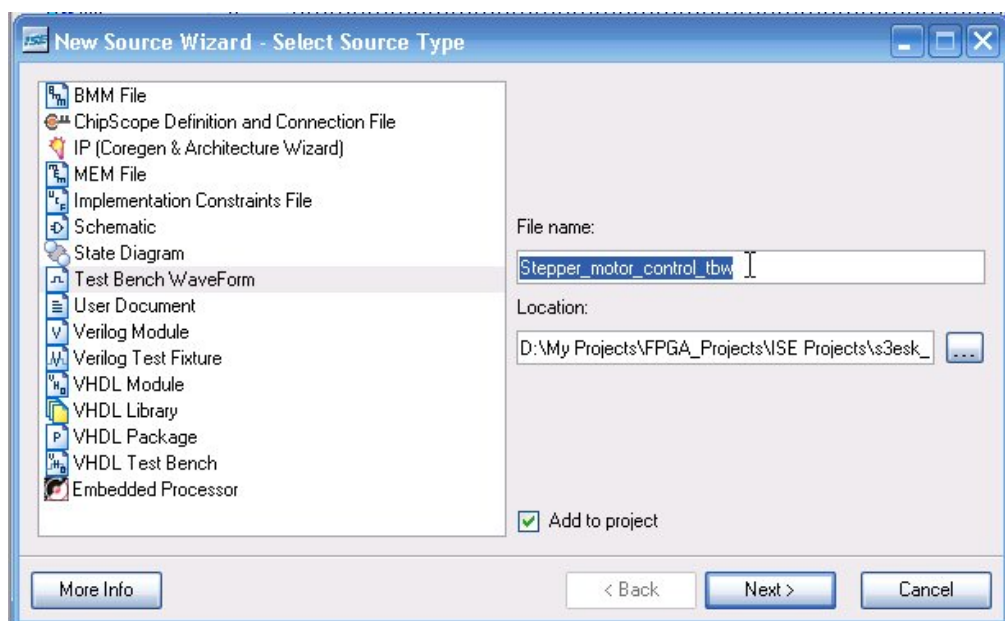
Khi mô phỏng ta sẽ được dạng tín hiệu như mong muốn.

Người báo cáo:	Ngô Hải Bắc	Tài liệu:	REP02.02
Ngày:	6/14/2008	Trang:	7/14



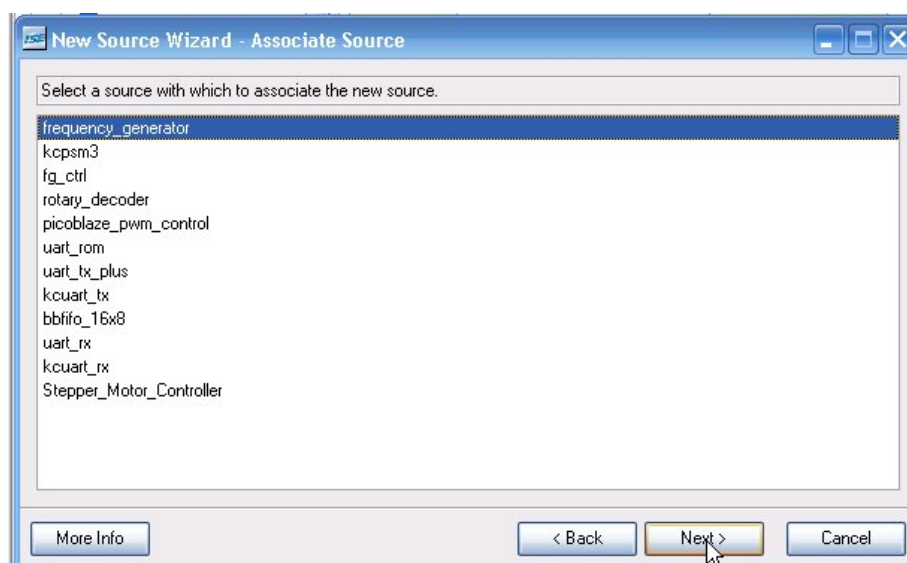
Cách mô phỏng một file VHDL trong Xilinx ISE:

Vào menu **Project -> New Source**, chọn **Test Bench WaveForm** với tên **stepper_motor_controller_tbw** trong cửa sổ **Select Source Type**

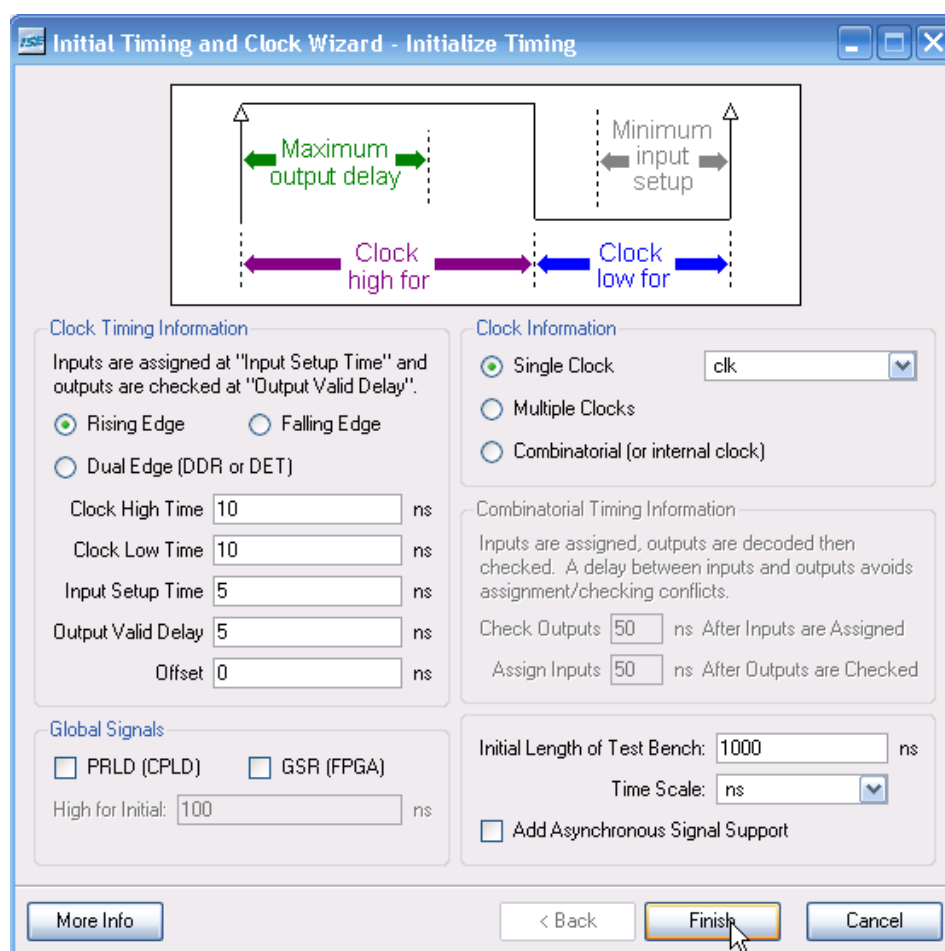


Chọn file Source tương ứng là: Stepper_Motor_Controller.vhd

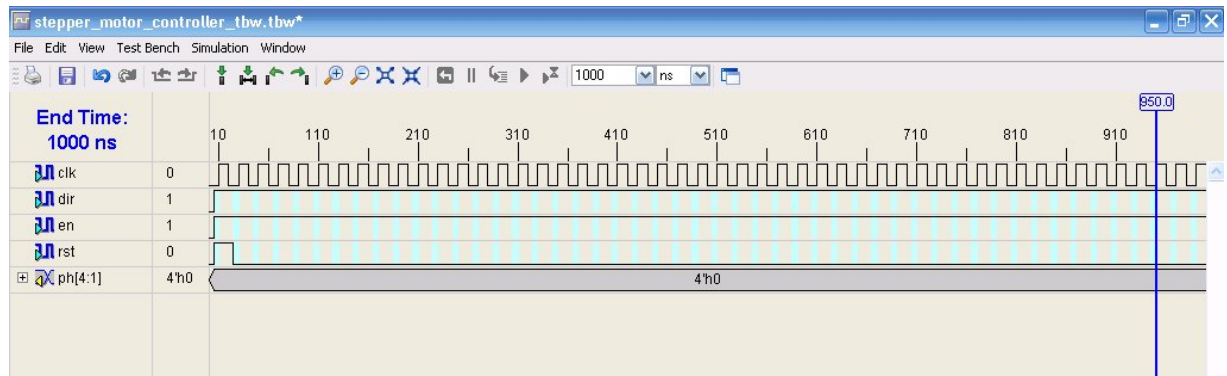
Người báo cáo:	Ngô Hải Bắc	Tài liệu:	REP02.02
Ngày:	6/14/2008	Trang:	8/14



Thiết lập các tham số cho việc mô phỏng trong hộp thoại **Initial Timing and Clock Wizard – Initialize Timing**.

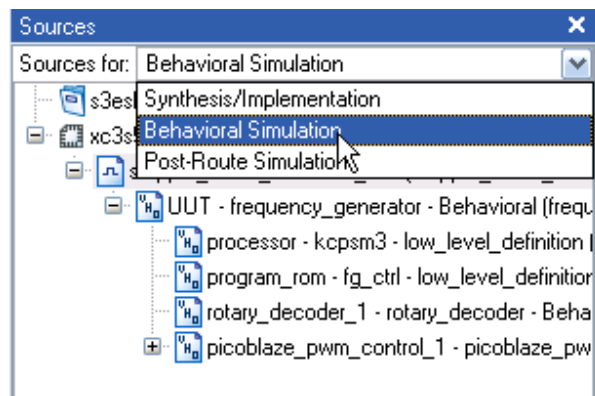


Người báo cáo:	Ngô Hải Bắc	Tài liệu:	REP02.02
Ngày:	6/14/2008	Trang:	9/14

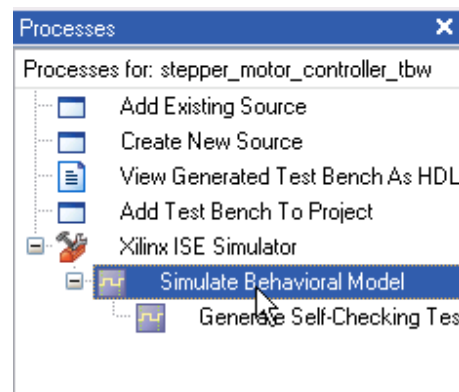


Vào **window** -> **float** để mở một file trong cửa sổ to hơn. Ngược lại vào window->dock để xem file trong hộp thoại ban đầu.

Với hộp thoại init ban đầu ta sẽ khởi tạo cho các dạng tín hiệu đầu vào có màu xanh da trời như hình vẽ.



Trong tab Sources chọn **Behavioral Simulation**. Nhấn chọn vào file UUT, trong tab **Proceses** kích đúp vào **Simulation Behavioral Model**



Khi đó chúng ta sẽ xem được dạng xung đầu ra tại 4 phase.

Người báo cáo:	Ngô Hải Bắc	Tài liệu:	REP02.02
Ngày:	6/14/2008	Trang:	10/14

Chi tiết xem phần Simulation tại tài liệu [1]

2.2. Điều chế clock có tần số thay đổi

Sau khi đã tạo được bộ điều khiển mong muốn, chúng ta sẽ đi tạo xung clock có tần số thay đổi. Chi tiết về cách thay đổi đã được nói chi tiết trong tài liệu [4]



Khi xoay núm thì một xung clock sẽ thay đổi tần số theo giá trị hiển thị trên LCD. Xung clock này sẽ làm xung chuẩn để điều khiển động cơ bước.

Để tạo ra được tần số chuẩn cần dùng 2 DCM (Digital Clock Manager) – một clock để nhân tần và một clock dùng để làm giảm lệch xung.

Người báo cáo:	Ngô Hải Bắc	Tài liệu:	REP02.02
Ngày:	6/14/2008	Trang:	11/14

Direct Digital Synthesis (DDS) Circuit Diagram

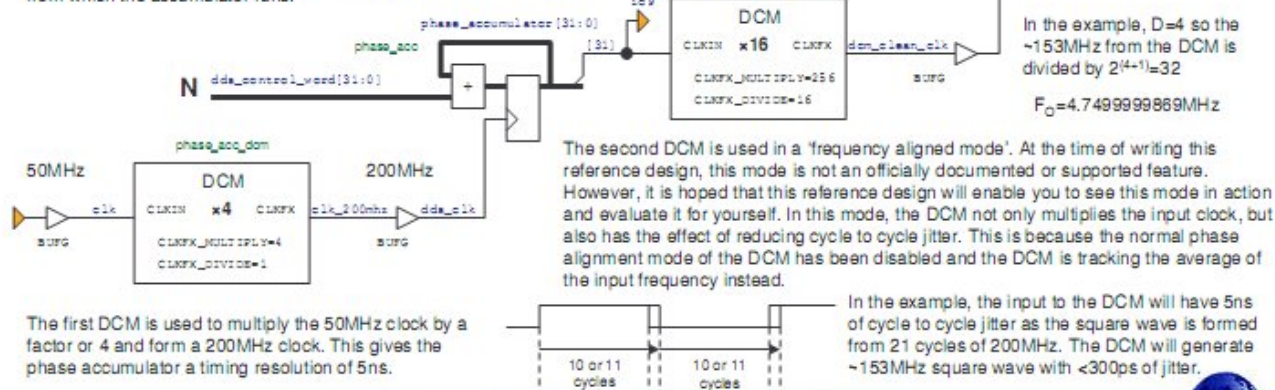
The phase accumulator is a standard 32-bit accumulator operating at 200MHz. This accumulator is really the heart of the DDS as it is the most significant bit of the accumulator that produces the variable frequency being synthesized. The remaining circuits only multiply, divide and clean this synthesized frequency or are involved with selecting and generating the DDS control words.

The frequency of the most significant bit is defined by the 32-bit value applied to the input of the accumulator. This value is shown as 'N' on the LCD display and is applied to the bus 'dds_control_word' in the circuit. The value of N is computed in such a way that the synthesized frequency is nominally in the range 6.25MHz to 12.5MHz so that it is always a suitable input to the second DCM.



$$F_{MSE} = \frac{N \times 200\text{MHz}}{2^{32}}$$

In this example N=204010948 decimal so the output from the phase accumulator is ~9.5MHz (a period of approximately 105ns). That means that the accumulator synthesizes one output cycle for approximately 21 cycles of the 200MHz clock from which the accumulator runs.



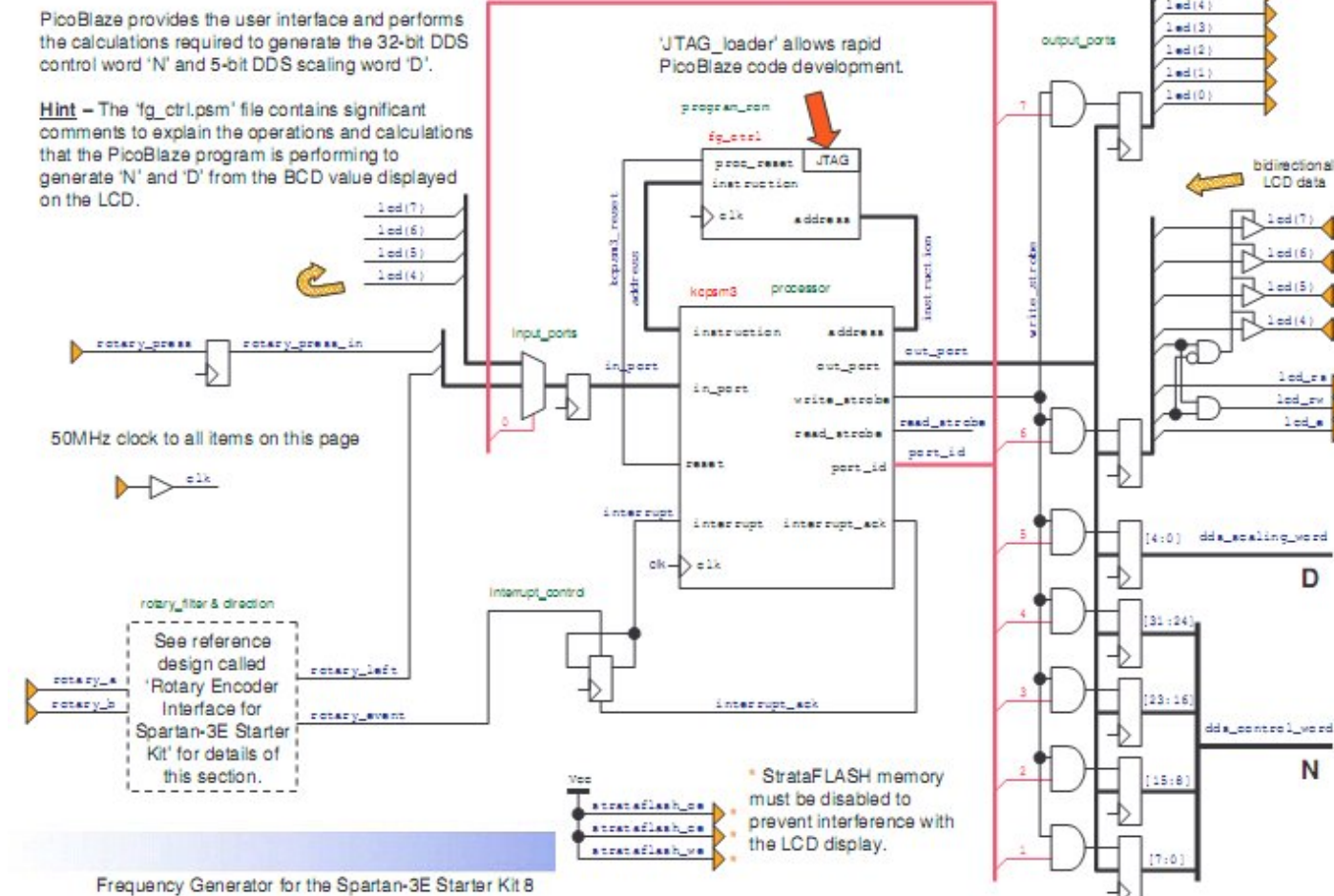
Frequency Generator for the Spartan-3E Starter Kit 7



Phần đọc sự thay đổi của Rotary_encoder do một chip nhúng 8 bit PicoBlaze đảm nhiệm.

Người báo cáo:	Ngô Hải Bắc	Tài liệu:	REP02.02
Ngày:	6/14/2008	Trang:	12/14

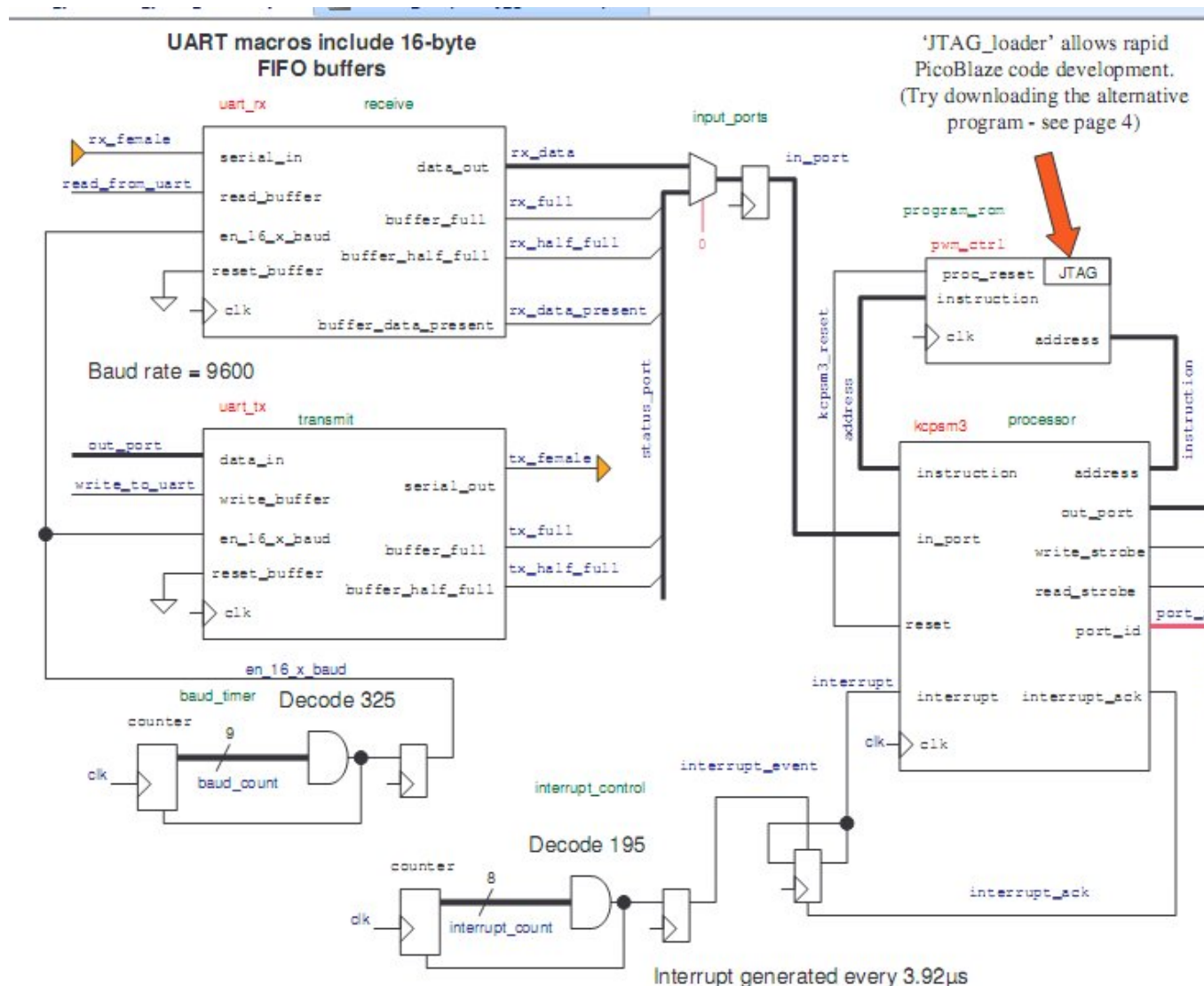
PicoBlaze Circuit Diagram



2.3. Giao tiếp với PC

Giao tiếp với UART dùng 2 module uart_tx_plus và uart_rx và một Picoblaze để giao tiếp với cổng RS232 dùng chế độ: Flow: xon/xoff để chống tràn bộ đệm nên truyền ở tốc độ rất cao.

Người báo cáo:	Ngô Hải Bắc	Tài liệu:	REP02.02
Ngày:	6/14/2008	Trang:	13/14



Hình vẽ mô tả không hoàn toàn giống với trong dự án với của em ở khâu điều khiển ngắt interrupt_control.

Qua RS232 ta có thể đặt tốc độ cho các động cơ bằng câu lệnh:

SPSM3> Step xx yy

Trong đó xx, yy là giá trị truyền xuống. Như vậy tần số xung vào mỗi động cơ = tần số xung tạo ra ở phần trên /xx hoặc yy.

Chi tiết xem tài liệu [5]

Tài liệu tham khảo

Người báo cáo:	Ngô Hải Bắc	Tài liệu:	REP02.02
Ngày:	6/14/2008	Trang:	14/14

1. **Xilinx, "ISE In-Depth Tutorial", www.xilinx.com**
2. **Xilinx, "Spartan 3E Started Kit User Guide", www.xilinx.com**
3. **Xilinx, "PicoBlaze 8-bit Embedded Microcontroller User Guide", www.xilinx.com**
4. **Xilinx, "Frequency Generator for Spartan-3E Starter Kit", www.xilinx.com**
5. **Xilinx, " Software Implementation of Pulse Width Modulation (PWM).A reference Design using the Spartan-3E Starter Kit", www.xilinx.com**