

GIẢI PHÁP ĐIỀU KHIỂN HỆ THỐNG ĐÈN TÍN HIỆU GIAO THÔNG THÔNG MINH SỬ DỤNG PLC S7-1200

AN INTELLIGENT CONTROL SOLUTION FOR TRAFFIC LIGHTS SYSTEM USING PLC S7-1200

Phạm Duy Dương, Trần Hoàng Vũ, Phan Cao Thọ

Trường Cao đẳng Công nghệ - Đại học Đà Nẵng;
duyduongd2@gmail.com, thvu@dct.udn.vn, pctho@dut.udn.vn

Tóm tắt - Điều khiển thông minh hệ thống đèn tín hiệu giao thông ngày càng được quan tâm nhằm nâng cao khả năng thông hành và đảm bảo an toàn giao thông. Trong bài báo này, chúng tôi đề xuất giải pháp điều khiển hệ thống đèn tín hiệu giao thông thông minh, trong đó có giải pháp phần cứng và giải pháp phần mềm. Về phần cứng, chúng tôi đề xuất sử dụng PLC S7-1200 vào điều khiển hệ thống đèn. PLC này có tích hợp cổng profinet và mô-đun webserver nhằm hỗ trợ khả năng kết nối internet của hệ thống với máy chủ tại trung tâm vận hành. Về giải pháp phần mềm, chúng tôi đề xuất sử dụng thuật toán tối ưu chu kỳ và phân pha tín hiệu dựa trên các bài toán tối ưu hoá điều khiển giao thông tại nút. Giao diện điều khiển, giám sát được xây dựng trên phần mềm Matlab. Chúng tôi đã tiến hành thử nghiệm điều khiển, giám sát thành công 04 mô hình đèn tín hiệu giao thông thông qua Internet.

Từ khóa - giao thông thông minh; chu kỳ tối ưu; S7-1200; TCP/IP; Modbus RTU.

Abstract - Nowadays, intelligent control system for traffic lights is widely used to increase the effect of the traffic lights system. In this paper, we propose a solution for intelligent traffic light control consisting of a solution for hardware and one for software. For the hardware solution, a PLC S7-1200 is used to control the traffic lights system. The PLC embeds a profinet port and a web server module which supports the Internet connection between the traffic lights system and a host computer at the operation center. For the software solution, we use a cycle optimum computation algorithm based on Westers' theory. The monitor and control interface are built in Matlab program. We have successfully implemented monitoring and control of our traffic light system prototypes through Internet.

Key words - intelligent traffic lights; optimum cycle; S7-1200; TCP/IP; Modbus RTU.

1. Đặt vấn đề

Ngày nay, cùng với sự phát triển của kinh tế xã hội, nhu cầu vận chuyển của hàng hoá và hành khách ngày một gia tăng, trong khi hệ thống hạ tầng chưa đáp ứng kịp dẫn đến thường xuyên xảy ra ùn tắc, đặc biệt tại các nơi giao nhau. Đèn tín hiệu để điều khiển giao thông tại nút trong điều kiện dòng xe hỗn hợp nhiều thành phần trong các đô thị Việt Nam là giải pháp công nghệ phổ biến, hiệu quả và phù hợp với thực tế. Tuy nhiên, hầu hết các hệ thống đèn tín hiệu giao thông hiện nay ở các đô thị Việt Nam còn nhiều khiếm khuyết, bất cập và đa số sử dụng chu kỳ cứng, độc lập, nhất là khi lưu lượng trên các nhánh dẫn là khác nhau và thay đổi theo thời gian. Việc sử dụng cố định chu kỳ đèn trong điều khiển đôi khi làm mất tác dụng của hệ thống, gây ra hiện tượng ùn tắc và tai nạn giao thông như đã thấy khá phổ biến ở đô thị nước ta.

Ở Việt Nam hiện nay cũng đã áp dụng một số hệ thống đèn giao thông thông minh thương mại. Tuy nhiên, các hệ thống này đều được nhập khẩu với giá thành rất cao và thường phát sinh các vấn đề trục trặc sau thời gian sử dụng, do không làm chủ được công nghệ. Việc ứng dụng và phát triển công nghệ thông minh cho bài toán giao thông điều khiển bằng tín hiệu đèn tại nút trong điều kiện giao thông đô thị Việt Nam là vô cùng cần thiết [1-2].

Trong [1-2], tác giả đề xuất sử dụng camera để ước lượng lưu lượng trên các tuyến, từ đó đề xuất sử dụng thuật toán mờ để tính tỉ số thời gian bóng đèn xanh giữa các tuyến. Tuy nhiên, tác giả chỉ tập trung vào giải pháp phần mềm mà không đề cập đến giải pháp phần cứng. Ngoài ra, về giải pháp phần mềm, tác giả chỉ tiến hành phân pha cho các tín hiệu đèn theo tỉ lệ lưu lượng trên các nhánh dẫn mà không tối ưu chu kỳ đèn theo lưu lượng của từng nhánh dẫn theo

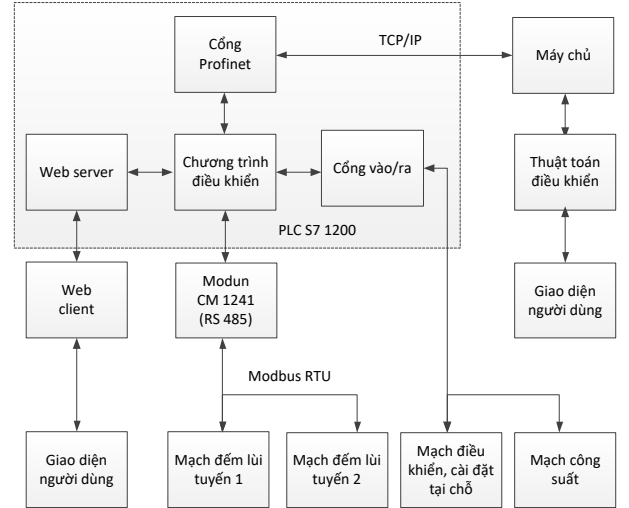
thời gian dòng tới. Trong [3], các tác giả đề xuất cải tiến phần cứng để giám sát hệ thống giao thông ở Việt Nam. Trong đó, các tác giả đã tích hợp vào tủ điều khiển giao thông có sẵn các cảm biến đo dòng để xác định và gửi trạng thái của các bóng đèn về trung tâm điều khiển thông qua GSM. Tuy nhiên, các tác giả chỉ dừng lại ở việc cải tiến tủ điều khiển nhằm giám sát tình trạng các bóng đèn mà không hướng đến điều khiển thông minh hệ thống đèn tín hiệu giao thông.

Chúng tôi đề xuất một hệ thống đèn tín hiệu giao thông thông minh nhằm điều tiết giao thông hiệu quả. Trong đó có đề xuất về phần cứng và thuật toán điều khiển. Về mặt phần cứng, PLC S7-1200 [4] được sử dụng để điều khiển đèn giao thông. Trên PLC này, một mô-đun web server [5] được sử dụng để giám sát, vận hành và điều khiển hệ thống đèn tín hiệu giao thông thông qua Internet. Hơn nữa, PLC S7-1200 còn hỗ trợ mô-đun profinet nên các thông tin từ hệ thống đèn giao thông (trạng thái bóng đèn, thời gian đếm ngược, thông số cài đặt tại chỗ...) có thể được cập nhật về máy chủ và được điều khiển từ máy chủ thông qua giao thức TCP/IP [6]. Người vận hành có thể dễ dàng thay đổi từ xa chế độ làm việc, thời gian sáng của bóng đèn xanh phù hợp với lưu lượng người tham gia giao thông trên từng tuyến, từng thời điểm sau khi đăng nhập vào hệ thống. Ngoài ra, chu kỳ sáng của hệ thống và thời gian sáng của các bóng đèn xanh trên các tuyến còn được thay đổi tự động sau mỗi chu kỳ bằng thuật toán tối ưu và phân pha. Thuật toán này tính chu kỳ và thời gian sáng của các bóng đèn sao cho tối ưu thời gian chậm xe tùy thuộc vào lưu lượng trên các nhánh dẫn. Lưu lượng này có thể được ước lượng bằng các cảm biến.

2. Tổng quan về hệ thống

Sơ đồ trong Hình 1 thể hiện tổng quan về hệ thống đề xuất. Trong đó thể hiện chi tiết về kết nối phần cứng của

hệ thống. PLC S7-1200 được sử dụng để điều khiển hệ thống đèn giao thông. PLC là bộ điều khiển truyền thống được sử dụng cho mục đích này. Trong đó, PLC S7-1200 là dòng mới với các tính năng ưu việt (có mô-đun web server và cổng profinet) và có giá thành rẻ. Mô-đun web server được sử dụng với chức năng giám sát và điều khiển đơn giản thông qua giao diện web trên Internet. Cổng profinet được sử dụng để truyền thông với một máy chủ ở trung tâm điều khiển qua giao thức TCP/IP nhằm truyền các thông số cũng như trạng thái của hệ thống đèn về trung tâm điều khiển. Dựa vào dữ liệu lưu lượng trên các tuyến, thuật toán điều khiển sẽ tính toán chu kỳ tối ưu và thời gian sáng của từng bóng đèn cho từng tuyến.



Hình 1. Tổng quan về hệ thống đề xuất tại một nút giao thông và truyền thông giữa nút với máy chủ

Hơn nữa, để áp dụng ý tưởng trên vào thực tế, chúng ta cũng cần phải có một phần cứng đèn tín hiệu giao thông phù hợp. Trong đó, một mô-đun mở rộng RS-485 (CM 1241) cho PLC S7-1200 được sử dụng để giao tiếp với các mô-đun đếm ngược thông qua giao thức Modbus RTU [7]. Trên mỗi mô-đun đếm ngược, chúng tôi sử dụng một vi điều khiển 8051 để nhận thời gian đếm ngược từ PLC thông chuẩn truyền thông RS-485 và hiển thị thời gian này lên 2 led 7 đoạn. Để thuận tiện cho việc thay đổi chế độ hoạt động và thời gian sáng của các bóng đèn tại chỗ, chúng tôi sử dụng các phím nhân và các led 7 đoạn hiển thị thời gian cài đặt.

3. Lập trình truyền thông

Theo sơ đồ ở Hình 1, chúng tôi sử dụng giao thức truyền thông Modbus RTU để giao tiếp giữa PLC với các mô-đun đếm ngược và giao thức TCP/IP để giao tiếp giữa PLC và máy chủ.

3.1. Giao thức TCP/IP cho hệ thống

Truyền thông dữ liệu từ các nút giao thông về máy chủ được thực hiện thông qua giao thức TCP/IP. Trong đó, máy chủ được cấp một IP tĩnh để các PLC gửi dữ liệu về địa chỉ này. Để thiết lập kết nối cho PLC, chúng tôi tiến hành thiết lập trên phần mềm lập trình TIA để lập trình cho PLC S7-1200 với khối kết nối TCON, khối này được thiết lập với địa chỉ IP và port cố định của máy chủ và port sử dụng hiện tại của PLC cho chức năng này. Ngoài ra, chúng tôi còn sử dụng khối TSEND để gửi dữ liệu về máy chủ với tần số 2 Hz và khối TRCV để nhận dữ liệu từ máy chủ truyền đến nút giao thông.

Bảng 1. Khung dữ liệu từ nút giao thông truyền về máy chủ

PLC ID	LIGHT TIME	LIGHT CYCLE	LIGHT STATUS	LIGHT CLOCK
2 BYTE	2 BYTE	1 BYTE	1 BYTE	2 BYTE

Khung dữ liệu từ nút giao thông truyền về máy chủ gồm các thông tin như trong Bảng 1. Trong đó:

- **PLC ID:** là địa chỉ cố định đại diện cho mỗi nút giao thông. PLC ID có kích thước 2 byte nhằm tạo khả năng điều khiển, giám sát nhiều nút giao thông.
- **LIGHT TIME:** là thời gian sáng của các bóng đèn xanh và vàng của một tuyến. LIGHT TIME có kích thước là 2 byte (mỗi byte chứa thời gian sáng cho một bóng đèn). Từ LIGHT TIME và LIGHT CYCLE ta tính được các thời gian sáng của các bóng đèn khác (đèn đỏ cùng tuyến và đèn xanh, đỏ, vàng của tuyến còn lại).
- **LIGHT CYCLE:** là chu kỳ sáng hiện tại của hệ thống với kích thước là 1 byte.
- **LIGHT STATUS:** là trạng thái (sáng/tắt) của các bóng đèn với kích thước là 8 bit (mỗi bit quy định trạng thái cho một bóng đèn).
- **LIGHT CLOCK:** là thời gian đếm ngược cho các bóng đèn ở 2 tuyến. LIGHT CLOCK có kích thước 2 byte (mỗi byte thể hiện thời gian đếm lùi cho bóng đèn đang sáng cho mỗi tuyến).

Các IP của mỗi nút giao thông là IP động, nên máy chủ không chủ động thiết lập kết nối với từng nút giao thông. Máy chủ luôn ở trong trạng thái lắng nghe, khi có một nút giao thông nào gửi dữ liệu về thì máy chủ sẽ thiết lập kết nối với IP động hiện tại của nút giao thông đó bằng cách mở port riêng để thiết lập giao tiếp. Như vậy, một máy chủ có thể thiết lập giao tiếp với nhiều nút giao thông khác nhau. Như thể hiện ở Bảng 1, đầu khung dữ liệu của nút giao thông gửi về là ID đại diện cho mỗi nút giao thông. Dựa vào thông tin này, máy chủ sẽ phân biệt được các nút giao thông khác nhau. Để lập trình cho máy chủ làm được điều này, chúng tôi sử dụng phần mềm Matlab. Những thông tin nhận được từ PLC ở Bảng 1 được sử dụng để giám sát hệ thống đèn giao thông từ trung tâm.

Khung dữ liệu từ máy chủ truyền đến PLC được thể hiện trong Bảng 2. Chú ý rằng, khung dữ liệu này không có PLC ID như Bảng 1 vì dữ liệu này được gửi theo IP của PLC qua giao thức TCP/IP. Trong đó:

Bảng 2. Khung dữ liệu từ máy chủ truyền đến nút giao thông

LIGHT TIME	LIGHT CYCLE	CONTROL
2 BYTE	1 BYTE	1 BYTE

- **LIGHT CYCLE và LIGHT TIME** là các thông số như ở Bảng 1, tuy nhiên, đây là các thông số cho chu kỳ tiếp theo sau khi áp dụng thuật toán tối ưu chu kỳ sáng và phân pha (Mục 4).
- **CONTROL:** là các lệnh điều khiển từ máy chủ gửi đến nút giao thông. Đó là các lệnh chạy/dừng, cập nhật thông số và các chế độ hoạt động.

3.2. Giao thức Modbus RTU cho hệ thống

Do khoảng cách từ tủ điều khiển giao thông đến các bóng

đèn không quá lớn, chúng tôi chọn chuẩn truyền thông là RS-485 (khoảng cách truyền lên đến 1.200 m) với giao thức Modbus RTU. Trong đó, PLC S7-1200 với mô-đun mở rộng CM 1241 được sử dụng với chức năng là thiết bị master. Các mô-đun đếm ngược trong trường hợp này đóng vai trò là các thiết bị slaver. Trong mỗi mô-đun đếm ngược, chúng tôi sử dụng một vi điều khiển 8051 để hiển thị và giao tiếp với PLC.

Trong mục đích này, chúng tôi sử dụng 02 hàm trong giao thức Modbus, đó là hàm đọc các byte dữ liệu (mã lệnh 03 xem Bảng 4) và ghi các byte dữ liệu (mã lệnh 06 xem Bảng 3).

Bảng 3. Khung dữ liệu ghi từ master xuống slaver

Thông số	Kích thước
Địa chỉ slaver	1 byte
Mã lệnh (06)	1 byte
Địa chỉ của thanh ghi muốn ghi dữ liệu	2 byte
Giá trị ghi xuống thanh ghi	2 byte
Mã kiểm tra lỗi CRC	2 byte

Bảng 4. Khung dữ liệu yêu cầu dữ liệu (từ master) và trả lời (từ slaver)

Master yêu cầu		Slaver trả lời	
Thông số	Kích thước	Thông số	Kích thước
Địa chỉ slaver	1 byte	Địa chỉ slaver	1 byte
Mã lệnh (03)	1 byte	Mã lệnh (03)	1 byte
Địa chỉ của thanh ghi muốn đọc dữ liệu	2 byte	Số lượng byte dữ liệu theo sau (2xN)	1 byte
Tổng số thanh ghi muốn đọc dữ liệu	2 byte	Các byte nội dung của các thanh ghi yêu cầu	2xN byte
Mã kiểm tra lỗi CRC	2 byte	Mã kiểm tra lỗi CRC	2 byte

Chức năng giám sát và điều khiển hệ thống đèn giao thông qua mô-đun web server chỉ được thực hiện khi người dùng biết địa chỉ IP của nút giao thông. Tuy nhiên, phương án này không khả thi do có quá nhiều nút giao thông, không thể cấp IP tĩnh cho toàn bộ các nút giao thông được. Do đó, việc đề xuất giám sát và điều khiển thông qua mô-đun web server chỉ là chức năng phụ.

4. Tối ưu chu kỳ đèn và phân pha tín hiệu

Việc cố định thời gian sáng các bóng đèn của hệ thống giao thông cổ điển làm xuất hiện một số vấn đề chưa hợp lý như chu kỳ đèn chưa tối ưu, thời gian các tín hiệu nói chung chưa tương ứng với lưu lượng dòng xe trên nhánh dẫn và kích thước hình học của nút. Chính điều này làm cho hiệu quả điều khiển đặt đèn không cao, đôi khi còn có tác dụng ngược gây ùn tắc giao thông tại nút ở giờ cao điểm, hoặc gây khó chịu cho người sử dụng ở giờ bình thường. Do đó, việc tính toán xác định được chu kỳ tối ưu và phân pha hợp lý sẽ là cơ sở phối hợp điều chỉnh phân pha của một nhóm nút.

4.1. Một số khái niệm [9-10]

- Chiều dài chu kỳ đèn: là tổng thời gian của tất cả các tín hiệu để hoàn tất một chu kỳ đèn (T_{ck}).
- Pha: là một phần của chu kỳ đèn cho phép dòng xe thực hiện thao tác trong một thời gian hoặc lặp lại nhiều lần.
- Thời gian xanh sử dụng: là tổng của thời gian xanh được ấn định trong thiết kế và thời gian vàng (t_{xsd}).

- Thời gian xanh tồn thất: là tổng thời gian bị mất mát ở đầu và cuối pha xanh trong chu kỳ (t_L).

$$t_L = t_{L1} + t_{L2} \quad (1)$$

- Thời gian xanh có hiệu lực: là thời gian xanh sử dụng trừ bớt đi khoảng thời gian bị mất mát (t_{xch}).

$$\begin{aligned} t_{xch} &= t_x + t_v + t_L \\ t_{xch} &= t_{xsd} - t_L \end{aligned} \quad (2)$$

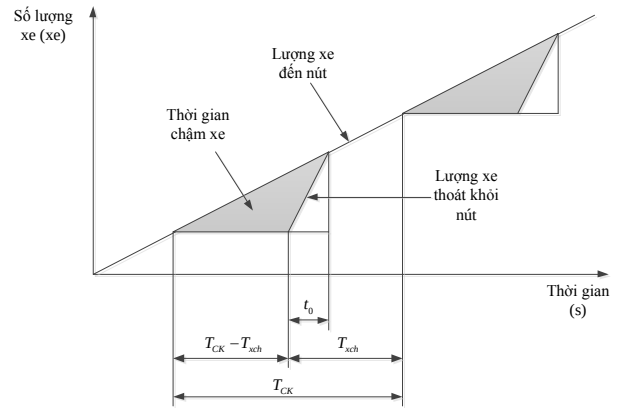
- Thời gian vàng: là thời gian chuyển từ tín hiệu xanh sang tín hiệu đỏ hay còn gọi là thời gian dọn sạch nút (t_v).

- Thời gian đỏ có hiệu lực: là thời gian còn lại của chu kỳ sau khi đã thực hiện thời gian xanh có hiệu lực (t_{dch}).

$$t_{dch} = T_{CK} - t_{xch} \quad (3)$$

Trong đó, t_x , t_v và t_d lần lượt là thời gian sáng của các bóng đèn xanh, vàng và đỏ trên từng pha.

4.2. Thiết lập mô hình toán



Hình 2. Mô hình toán tại một nút giao thông điều khiển độc lập [11]

Việc xác định chu kỳ tối ưu cho dòng thuần xe cơ giới tại một nút giao thông thường xuất phát từ cơ sở nghiên cứu các dòng xe “đến” và dòng xe “đi” tại nút đó. Tất cả các tính toán đều hướng đến việc tối thiểu hóa thời gian chậm xe ở vạch STOP của các xe trong hàng chờ. Mô hình mô phỏng dòng xe “đến” và “đi” được mô phỏng như trong Hình 2.

4.3. Tính toán chu kỳ tối ưu

Như đã biết, tỉ số giữa cường độ xe chạy (N) và khả năng thông hành (P) thường được gọi là “hệ số làm việc” [8-9] và được xác định theo công thức:

$$Z = \frac{N}{P} \quad (4)$$

Khi áp dụng hệ số này cho một nút giao thông, chúng ta có thể đánh giá thông qua dòng bão hòa trên đường dẫn như sau:

$$Z_i = \frac{N_i}{P_i} = \frac{N_i}{S_i t_{xch_i}} = \frac{N_i T_{CK_i}}{S_i t_{xch_i}} \quad (5)$$

Trong đó:

Z_i là hệ số làm việc hay mức độ bão hòa của đường dẫn (nhóm làn) thứ i ($Z_i \leq 1$).

S_i là dòng bão hòa trên đường dẫn thứ i .

t_{xch_i} là thời gian xanh có hiệu lực trên đường dẫn thứ i .

T_{CK_i} là thời gian chu kỳ đèn cho hướng đường dẫn i .

Đối với một nút giao thông bao giờ cũng tồn tại ít nhất một nhánh dẫn (hay một nhóm làn) đạt giá trị Z cao nhất. Do đó, mức độ bão hòa của cả nút chỉ được xem xét cho những nhánh dẫn có tỉ số N_i/S_i cao nhất đối với pha tín hiệu đã cho, nhánh dẫn này được gọi là nhánh tới hạn.

Mức độ bão hòa của nút được xác định bằng tổng mức bão hòa của các đường dẫn tới hạn:

$$Z = \sum_{i=1}^n \left(\frac{N_i}{S_i} \right)_c \frac{T_{CK}}{t_{xch}} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{N_i}{S_i} \right)_c \frac{T_{CK}}{T_{CK} - t_L} \quad (6)$$

Trong đó:

$(N_i/S_i)_c$ là hệ số tới hạn của các nhánh dẫn tới hạn.

n là số nhánh dẫn tới hạn.

Thời gian chu kỳ đèn tương ứng với giá trị mong muốn của hệ số Z đối với nút độc lập:

$$T_{CK} = \frac{t_L Z}{Z - \sum_{i=1}^n \left(\frac{N_i}{S_i} \right)_c} \quad (7)$$

Chu kỳ tối ưu được xác định trên cơ sở tối thiểu hóa thời gian chậm xe, tức là lấy vi phân của T_{CK} theo Z và giải phương trình:

$$\frac{dT_{CK}}{dZ} = 0 \quad (8)$$

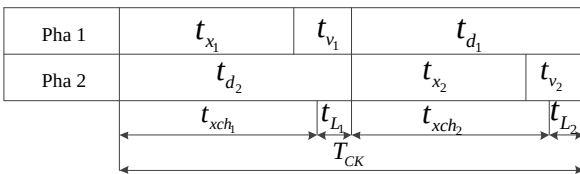
Như vậy, chu kỳ tối ưu được xác định theo công thức [9-10]:

$$T_{CK_0} = \frac{1,5t_L + 5}{1 - \sum_{i=1}^n \left(\frac{N_i}{S_i} \right)_c} \quad (9)$$

Trong đó, t_L được tính dựa vào yếu tố hình học của nút, tốc độ dòng vào và dòng ra của nút.

4.4. Phân pha cho nút giao thông

Thời gian xanh trong chu kỳ phải xét được yếu tố tồn thất thời gian và mức độ bão hòa trên đường dẫn. Một sơ đồ biểu diễn các pha trong một chu kỳ được thể hiện như Hình 3.



Hình 3. Các pha trong một chu kỳ [10]

Từ sơ đồ Hình 3 chúng ta có:

$$t_{xch} = T_{CK} - t_L \quad (10)$$

Thời gian xanh có hiệu của mỗi pha tỉ lệ với cường độ dòng xe đến trên đường dẫn (N_i):

$$\frac{t_{xch_1}}{t_{xch}} = \frac{N_1}{N_1 + N_2} \quad (11)$$

Từ (10) và (11) ta có:

$$t_{xch_1} = \frac{N_1}{N_1 + N_2} (T_{CK} - t_L) \quad (12)$$

$$t_{xch_2} = \frac{N_2}{N_1 + N_2} (T_{CK} - t_L)$$

Phương trình tổng quát tính thời gian xanh có hiệu trong chu kỳ:

$$t_{xch_i} = \frac{N_i}{\sum_{i=1}^n N_i} (T_{CK} - t_L) \quad (13)$$

Tức là:

$$t_{xch_i} = \frac{y_i}{\sum_{i=1}^n Y_i} (T_{CK} - t_L) \quad (14)$$

Trong đó:

$y_i = N_i/S_i$ là mức làm việc của đường dẫn thứ i .

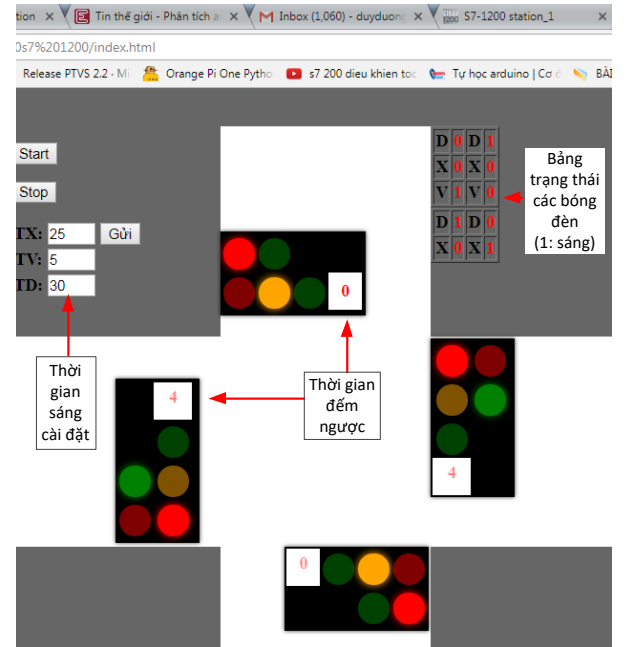
$Y_i = (N_i/S_i)_c$ là mức làm việc tới hạn của đường dẫn i .

Như vậy, thời gian xanh của một chu kỳ đã xét tới tồn thất thời gian và yếu tố bão hòa được xác định sau khi đã tính được chu kỳ tối ưu.

5. Giao diện điều khiển và giám sát

5.1. Giao diện điều khiển, giám sát trên website

Sau khi gõ địa chỉ IP của PLC tại nút giao thông và đăng nhập vào giao diện bằng user và password, một giao diện giám sát và điều khiển hiện ra như trên Hình 4. Về phương diện giám sát, người dùng có thể quan sát trạng thái của các bóng đèn tại nút giao thông (trên bảng hoặc trực quan trên giao diện), thời gian đếm ngược cho mỗi đèn, thời gian sáng của các bóng đèn (xanh, vàng, đỏ) cho một tuyến (được thể hiện bằng các số màu đỏ). Về phương diện điều khiển, người dùng có thể thay đổi thời gian sáng của các bóng đèn bằng cách nhập giá trị vào các textbox và gửi. Ngoài ra, nút Start/Stop được sử dụng để chạy/dừng hệ thống.

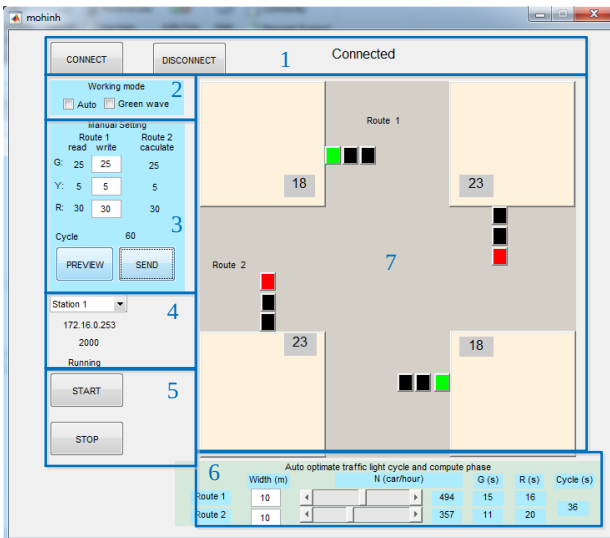


Hình 4. Giao diện điều khiển, giám sát trên website

5.2. Giao diện giám sát điều khiển tại máy chủ bằng phần mềm Matlab

Về nguyên tắc, việc sử dụng giao thức TCP/IP và thiết lập kết nối theo cổng sau khi máy chủ lắng nghe dữ liệu gửi về (có kèm ID) của PLC tại nút giao thông (đã trình bày ở Mục 3.1) có thể thiết lập kết nối với rất nhiều nút giao thông khác nhau. Tuy nhiên, do nguồn lực có hạn nên chúng tôi

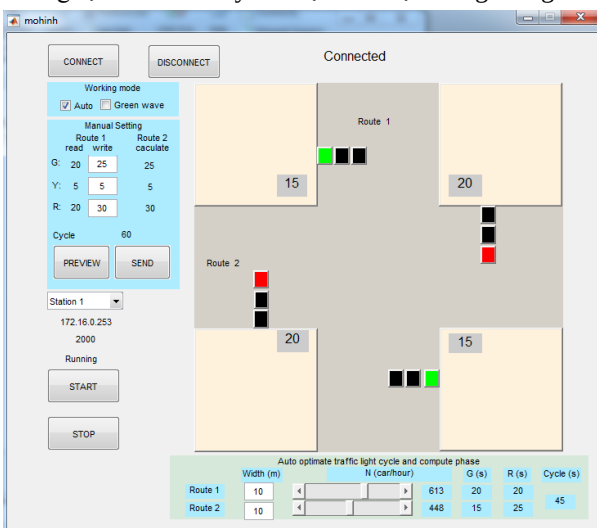
chỉ tiến hành thử nghiệm với 04 PLC đại diện cho 4 nút giao thông. Hình 5 thể hiện giao diện giám sát và điều khiển ở chế độ bằng tay cho một nút giao thông, được chia thành các vùng đánh số từ 1 đến 7.



Hình 5. Giao diện điều khiển, giám sát trên máy chủ

Việc thiết lập kết nối được thực hiện thông qua 2 nút nhấn: CONNECT và DISCONNECT (xem Vùng 1). Người vận hành nhấn nút CONNECT để phần mềm bắt đầu lắng nghe dữ liệu từ các nút giao thông gửi về và thiết lập kết nối với các nút giao thông. Sau khi đã thiết lập được kết nối, giao diện sẽ hiển thị Connected. Nút DISCONNECT được sử dụng để ngắt kết nối đã thiết lập, lúc này giao diện hiển thị Disconnected.

Sau đó, ta có thể điều khiển, giám sát từng nút giao thông bằng cách chọn ở PopupMenu (xem Vùng 4), trong này có hiển thị tên, địa chỉ IP, cổng kết nối với nút giao thông và trạng thái chạy/dừng (Running/Stopping) của hệ thống đèn tại nút này. Trạng thái các bóng đèn và thời gian đếm ngược trên mỗi tuyến được thể hiện trong Vùng 7.



Hình 6. Giao diện điều khiển, giám sát trên máy chủ ở chế độ tự động

Thay đổi thông số làm việc của hệ thống đèn giao thông

có thể được thực hiện bằng tay thông qua cài đặt ở Vùng 2. Khi nút Auto được chọn thì phần mềm sẽ tính toán tối ưu chu kỳ và phân pha theo thuật toán ở Mục 4, dựa theo các thông số cài đặt (kích thước hình học của nút, lưu lượng giả định trên các tuyến) ở Vùng 6. Hình 6 thể hiện giao diện điều khiển, giám sát ở chế độ tự động. Ngược lại, khi nút Auto không được chọn thì các thông số được thay đổi bằng tay ở Vùng 3. Việc điều khiển chạy/dừng hệ thống tại một nút giao thông được thực hiện thông qua các nút START và STOP ở Vùng 5.

6. Kết luận

Trong bài báo này, chúng tôi đề xuất giải pháp điều khiển hệ thống đèn tín hiệu giao thông thông minh, trong đó có cả giải pháp phần cứng và giải pháp phần mềm. Về phần cứng, chúng tôi đề xuất sử dụng PLC S7-1200 vào điều khiển hệ thống đèn giao thông. PLC này có tích hợp cổng profinet và mô-đun web server, nhằm hỗ trợ khả năng kết nối Internet của hệ thống với máy chủ tại trung tâm vận hành. Ngoài ra, chúng tôi đề xuất sử dụng mô-đun CM 1241 để mở rộng giao tiếp RS-485 với các mô-đun đếm ngược.

Về giải pháp phần mềm, chúng tôi đề xuất sử dụng thuật toán tối ưu chu kỳ và phân pha tín hiệu dựa trên các kết quả nghiên cứu của các tác giả trong nước về giao thông đô thị. Giao diện điều khiển, giám sát được xây dựng trên phần mềm Matlab, trong đó có thiết lập kết nối, điều chỉnh thông số bằng tay và điều chỉnh thông số tự động. Ngoài ra, chúng tôi còn phát triển một trang web để người dùng có thể điều khiển, giám sát hệ thống đèn thông qua giao diện web.

Chúng tôi đã tiến hành thử nghiệm điều khiển, giám sát thành công 04 mô hình đèn giao thông thông qua Internet.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] C.N. Nguyễn, “Nghiên cứu, thiết kế hệ thống đèn giao thông thông minh”, *Tạp chí Khoa học*, 15b, 2010, trang 56-63.
- [2] C.N. Nguyễn, *Một giải pháp thiết kế hệ thống đèn giao thông thông minh*, Hội nghị toàn quốc về Điều khiển và Tự động hoá – VCCA, 2011.
- [3] N.K.N. Nguyễn, T.K.T. Nguyễn, Đ.B. Võ, *Ứng dụng mạng cảm biến không dây để điều khiển và giám sát các bộ điều khiển đèn tín hiệu giao thông*, Kỷ yếu Hội nghị toàn quốc về Điều khiển và Tự động hoá – VCCA, 2015, trang 690-696.
- [4] PLC S7-1200 System manual, https://cache.industry.siemens.com/dl/files/465/36932465/att_106119/v1/s71200_system_manual_en-US_en-US.pdf
- [5] Web server – semens support, https://support.industry.siemens.com/.../s71500_webserver_function_manual_en-US...
- [6] Giao thức TCP/IP, <https://vi.wikipedia.org/wiki/TCP/IP>
- [7] Modbus RTU overview, <http://www.rtaautomation.com/technologies/modbus-rtu/>
- [8] B.C. Đỗ, *Kỹ thuật giao thông*, Tủ sách Sau đại học, Trường Đại học Xây dựng, 1996.
- [9] C.T. Phan, *Giao thông đô thị và Thiết kế đường phố*, Nhà xuất bản Xây dựng, 2016.
- [10] C.T. Phan, *Tính toán chu kỳ tối ưu và phân pha tín hiệu trong các nút giao thông điều khiển bằng tín hiệu đèn ở đô thị Việt Nam*, Tuyển tập công trình nghiên cứu sinh Trường Đại học Xây dựng, 2000.
- [11] C.T. Phan, N.D. Trần, “Xây dựng phần mềm mô phỏng sự hoạt động của dòng xe trong nút giao thông điều khiển bằng tín hiệu đèn ở đô thị Việt Nam”, *Tạp chí Cầu đường Việt Nam*, Số 3, 2004.