



ĐỊNH VỊ VÀ ĐIỀU PHỐI ỨNG CỨU SỰ CỐ LƯỚI ĐIỆN

Nguyễn Thị Bích Ngự, Phan Bình Minh và Nguyễn Chí Ngôn

Khoa Công nghệ, Trường Đại học Cần Thơ

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 14/06/2017

Ngày nhận bài sửa: 25/07/2017

Ngày duyệt đăng: 29/11/2017

Title:

Positioning and coordinating to recuse problems of the power supply

Từ khóa:

Bản đồ số Google Maps, dịch vụ web, định vị toàn cầu, tin nhắn SMS

Keywords:

GPS, Google Maps, SMS message, Web service

ABSTRACT

Detecting of abnormalities on the low voltage grids was usually provided from users to the center of customer care. Then, this center announces the abnormalities to the repairing team of the management area that causes time consuming and costly. A proposed solution is a monitoring system which proactively detects the abnormalities on the grid and immediately displays alerts with the location of incident to the management computer, and at the same time sends the SMS to the nearest electricity staff point of rescue based on Google Maps.. Such an automatic system is aimed to detect early, reduce the repairing time, and decrease time of power outages, improve the reliability of the power supply and service quality. Experimental results show that the proposed solution is feasible and can be tested in the real conditions.

TÓM TẮT

Việc phát hiện khi có bất thường trên lưới điện hạ áp thường được cung cấp từ người sử dụng điện đến trung tâm chăm sóc khách hàng. Sau đó, trung tâm phản hồi về đội sửa chữa khu vực quản lý, gây mất nhiều thời gian và chi phí. Giải pháp đề xuất là xây dựng hệ thống giám sát, chủ động phát hiện bất thường trên lưới điện và hiển thị địa điểm xảy ra sự cố lên máy tính quản lý; đồng thời gửi cảnh báo điều hướng nhân viên vận hành gần nhất đến điểm cần ứng cứu dựa trên Google Maps. Hệ thống nhằm mục tiêu phát hiện sớm, xử lý nhanh, giảm thời gian mất điện, nâng cao độ tin cậy cung cấp điện và chất lượng dịch vụ. Kết quả kiểm chứng cho thấy giải pháp đề xuất là khả thi và có khả năng thử nghiệm thực tế.

Trích dẫn: Nguyễn Thị Bích Ngự, Phan Bình Minh và Nguyễn Chí Ngôn, 2017. Định vị và điều phối ứng cứu sự cố lưới điện. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 53a: 19-28.

1 GIỚI THIỆU

Công tác xử lý sự cố lưới điện đòi hỏi phải nhanh chóng, kịp thời để giảm thiệt hại về kinh tế và đảm bảo an toàn cho người sử dụng điện (khách hàng). Hiện nay, có nhiều hệ thống giám sát được phát triển với nhiều hình thức cảnh báo như: cảnh báo mất điện bằng SMS (Short Message Services) (Phạm Ngọc Quang và *ctv.*, 2014), hệ thống thu thập và quản lý dữ liệu công tơ (Công ty CP tư vấn đầu tư phát triển hạ tầng viễn Thông, 2014), cuộc

gọi điện thoại đến tổng đài Trung tâm chăm sóc khách hàng 19001006 (Mai Phương, 2016; Bích Liên, 2017; Xuân Tiến, 2017). Tuy nhiên, các hệ thống này còn thụ động không cảnh báo kịp thời khi sự cố xảy ra. Thông tin mất điện còn phụ thuộc nhiều vào sự phản ánh của khách hàng. Việc nâng cao hiệu quả trong công tác quản lý, lưu trữ dữ liệu, phát hiện ngay khi có sự cố, nâng cao chất lượng dịch vụ và giảm thời gian mất điện đòi hỏi một hệ thống tự động. Hệ thống tự động định vị và điều phối ứng cứu sự cố lưới điện là một giải pháp

để xác định được các điểm cảnh báo, vị trí của nhân viên trực vận hành và điều hướng nhân viên đến điểm cảnh báo trên Google Maps thông qua điện thoại. Từ đó, nhân viên trực vận hành có thông tin tổng quan về phạm vi sự cố và công tác chuẩn bị xử lý được thuận lợi hơn.

Vì bị động trong công tác phát hiện khi có sự cố xảy ra làm kéo dài thời gian mất điện nên việc nâng cao hơn nữa tính chủ động trong việc phát hiện, xử lý khi có bất thường trên lưới điện bằng cách tăng cường các hoạt động giám sát, cảnh báo ngay là điều cần thiết để tổ chức xây dựng kế hoạch ứng cứu phù hợp nhằm bảo đảm an toàn hệ thống lưới điện. Nghiên cứu Trần Phước Thành và ctv.(2015) xây dựng hệ thống hỗ trợ ứng cứu sự cố an ninh, phát hiện ngay khi có sự cố xảy ra và điều hướng nhân viên ứng cứu. Nghiên cứu này mở rộng từ đề tài trên đề giám sát lưới điện hạ áp khi có sự cố xảy ra và tham khảo các hệ thống hiện hành của ngành điện, xây dựng công cụ giúp cải thiện hệ thống thu thập và quản lý dữ liệu công tơ nhằm chủ động phát hiện bất thường, giúp giảm thời gian xử lý sự cố mất điện, nâng cao độ tin cậy cung cấp điện, và có thể thử nghiệm thực tế trong ngành điện.

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Tổng quan hệ thống

Cảnh báo sự cố lưới điện tự động đòi hỏi các công đoạn: gửi và nhận tín hiệu từ điểm cần giám sát ở các vị trí khác nhau, định vị điểm cảnh báo, xác định vị trí nhân viên gần nhất và điều hướng nhân viên đến điểm cần xử lý. Chương trình giám sát từ xa mà ngành điện đang quản lý (Công ty Cổ phần Tư vấn Đầu tư Phát triển Hạ tầng Viễn thông, 2014) chỉ thu thập các thông số và việc hiển thị trạng thái cảnh báo còn thụ động, chưa cảnh báo ngay khi sự cố lưới điện xảy ra và cũng như không định vị được điểm sự cố và vị trí nhân viên vận hành. Thực tiễn đặt ra yêu cầu xây dựng một hệ thống định vị ngay khi có sự cố và điều hướng nhân viên vận hành trên Google Maps với thời gian nhanh nhất, đáp ứng nhu cầu giảm thời gian mất điện và nâng cao độ tin cậy cung cấp điện.

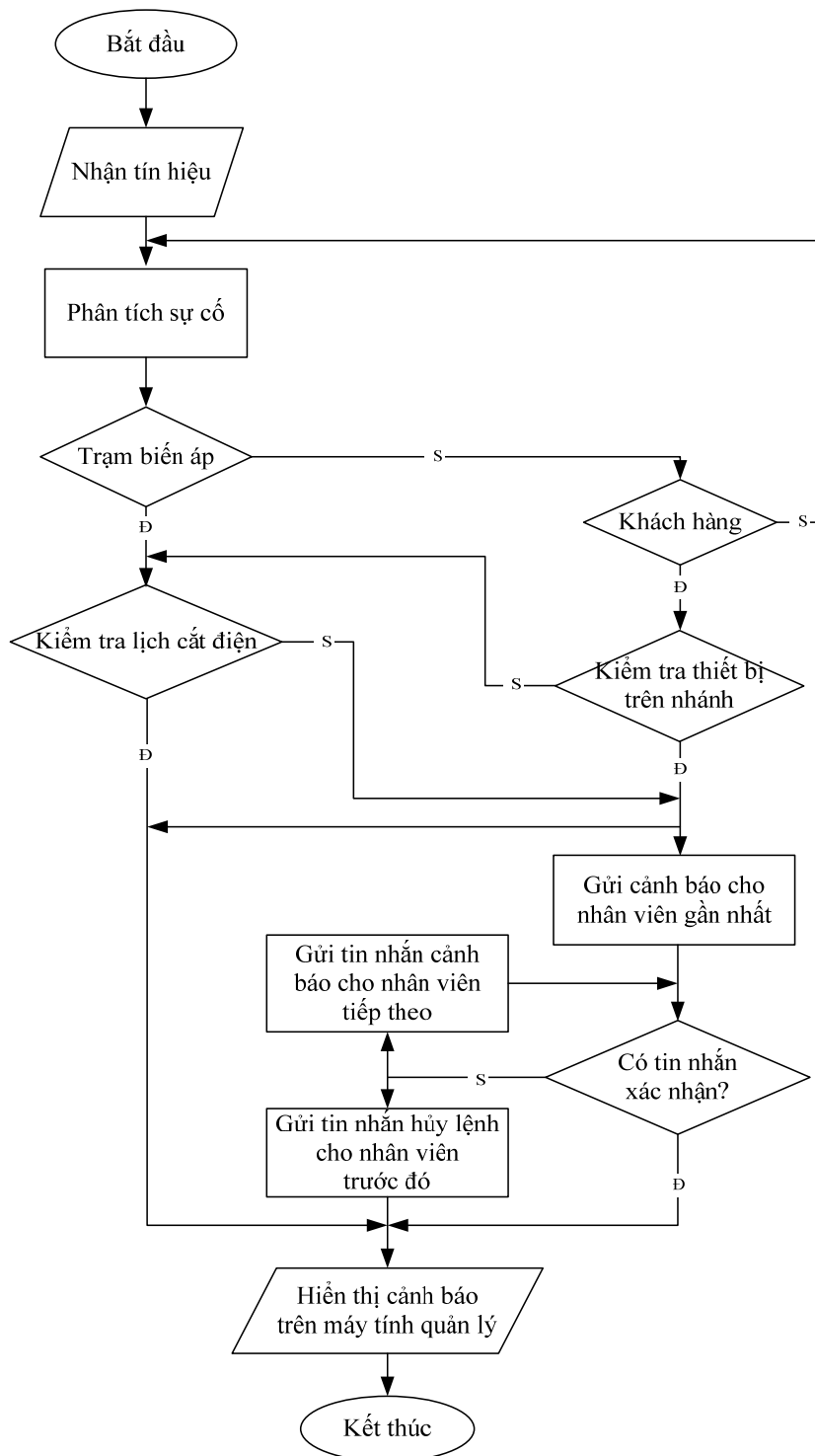
Quá trình thực hiện được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu và được tính toán để xác định nhân viên gần

điểm cảnh báo nhất, sau đó gửi tin nhắn cảnh báo và đường dẫn mở ứng dụng Google Maps điều hướng nhân viên này đến điểm đặt thiết bị thông qua một modem GSM (Global System for Mobile Communications). Sau khi nhận được tin nhắn, nhân viên gửi tin nhắn xác nhận về hệ thống theo cú pháp được thiết lập sẵn. Nếu sau 3 phút, hệ thống chưa nhận được tin nhắn xác nhận sẽ gửi tin nhắn cảnh báo đến nhân viên gần tiếp theo đồng thời gửi tin nhắn huỷ lệnh cho nhân viên trước đó, chu trình này được lặp lại cho đến khi có nhân viên gửi tin nhắn xác nhận (hệ thống không gửi tin nhắn cùng lúc đến tất cả nhân viên vì cùng lúc có đến 2, 3 nhân viên cùng xử lý 1 sự cố, mất nhiều chi phí).

Hoạt động của hệ thống: Hệ thống bắt đầu nhận tín hiệu từ thiết bị giám sát sẽ phân tích nhận diện sự cố:

- Nếu sự cố là trạm biến áp, hệ thống kiểm tra trong lịch cắt điện nếu đúng thì hiển thị cảnh báo trên máy tính quản lý và kết thúc, nếu không có trong lịch cắt điện thì hệ thống cảnh báo trên máy tính quản lý và gửi tin nhắn cho nhân viên gần thứ nhất chờ xác nhận phản hồi và kết thúc. Sau thời gian qui ước, nếu không nhận được tin nhắn xác nhận thì hệ thống sẽ gửi cảnh báo cho nhân viên gần tiếp theo, đồng thời hủy lệnh cho nhân viên trước đó, chờ xác nhận của nhân viên tiếp theo, quá trình được lặp lại đến khi có nhân viên xác nhận xử lý quá trình kết thúc.

- Nếu không phải là trạm biến áp, sự cố là khách hàng hệ thống kiểm tra số cảnh báo được gửi đến, nếu đúng thì gửi cảnh báo đến khách hàng, hệ thống cảnh báo trên máy tính quản lý và gửi tin nhắn cảnh báo cho nhân viên gần thứ nhất chờ xác nhận phản hồi. Sau thời gian qui ước, nếu không nhận được tin nhắn xác nhận, hệ thống sẽ gửi cảnh báo cho nhân viên gần tiếp theo đồng thời hủy lệnh cho nhân viên trước đó và chờ xác nhận của nhân viên tiếp theo, quá trình được lặp lại đến khi có nhân viên xác nhận xử lý. Sau khi kiểm tra cảnh báo được gửi đến, nếu sai hệ thống kiểm tra lịch cắt điện quay lại trường hợp trạm biến áp và kết thúc quá trình. Trong trường hợp số cảnh báo gửi đến lớn hơn qui ước, hệ thống kiểm tra lại lịch cắt điện trở về trường hợp trạm biến áp. Lưu đồ giải thuật hệ thống được trình bày ở Hình 1.



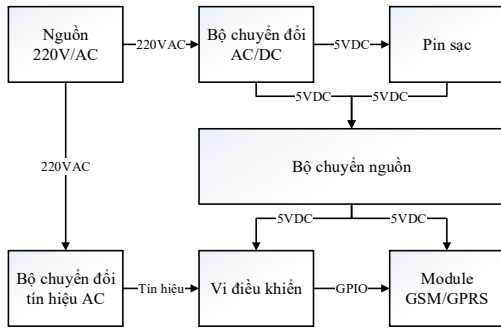
Hình 1: Lưu đồ giải thuật hệ thống

2.2 Thiết kế thiết bị giám sát điện áp lưới điện

2.2.1 Thiết bị giám sát điện áp lưới điện

Để kiểm chứng hệ thống thực hiện được các

mục tiêu đặt ra, thiết bị được sử dụng là bộ thiết bị giám sát điện áp. Sơ đồ khối thiết bị giám sát điện áp được trình bày ở Hình 2, thiết bị giám sát điện áp thực tế được trình bày ở Hình 3.



Hình 2: Sơ đồ khối thiết bị giám sát điện áp



Hình 3: Thiết bị giám sát điện áp

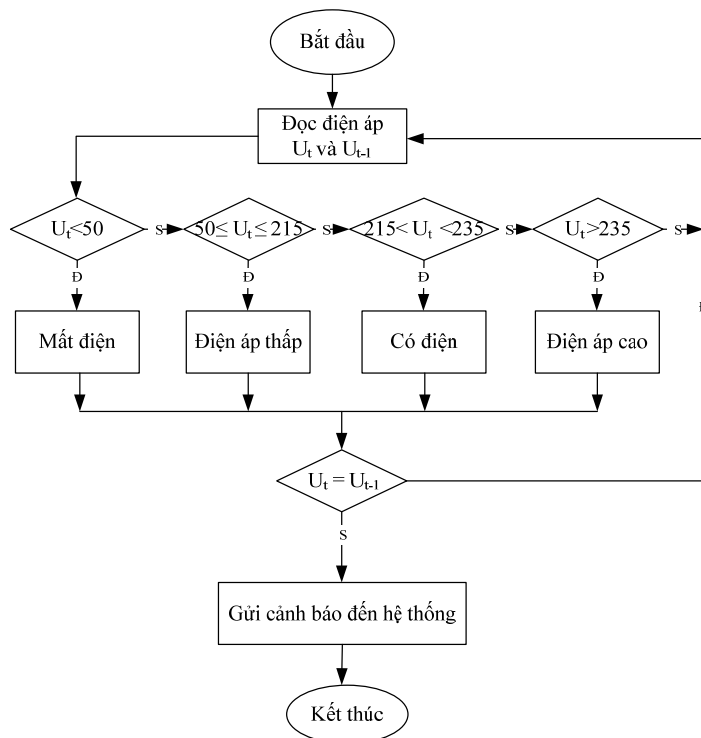
Thiết bị có thể đo được điện áp từ 0 – 245 VAC và gửi cảnh báo SMS với các cấu trúc sau:

- Khi điện áp $U > 235V$ thiết bị sẽ gửi cảnh báo điện áp cao “ALARM HighAcc”
- Khi điện áp $50V \leq U \leq 215V$ thiết bị sẽ gửi cảnh báo điện áp thấp “ALARM LowAcc”
- Khi điện áp $U < 50V$ thiết bị sẽ gửi cảnh báo mất điện áp “ALARM NoAcc”
- Khi điện áp $215V < U < 235V$ thiết bị sẽ gửi cảnh báo có điện áp “ALARM NormalAcc”

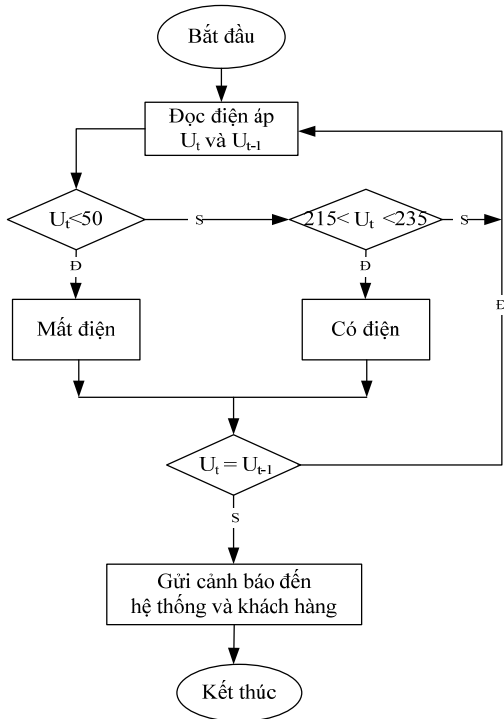
Thiết bị có thể được lắp đặt dễ dàng và hoạt động hiệu quả trong mạng GSM tần số: 850/900/1800/ 1900 MHz (AIRCOM International, 2002). Cho phép gửi tín hiệu cảnh báo điện áp bằng tin nhắn SMS đến máy tính quản lý.

Đối với trạm biến áp: quá trình giám sát thực hiện theo lưu đồ giải thuật được trình bày ở Hình 4. Khi có thay đổi về giá trị điện áp trong phạm vi cài đặt: điện áp cao (ALARM HighAcc), điện áp thấp (ALARM LowAcc), mất điện (ALARM NoAcc), có điện (ALARM Normal Acc), thiết bị sẽ gửi thông báo mức điện áp về máy tính quản lý, nhân viên quản lý theo dõi giám sát để có kế hoạch điều chỉnh vị trí nấc máy biến áp cho phù hợp.

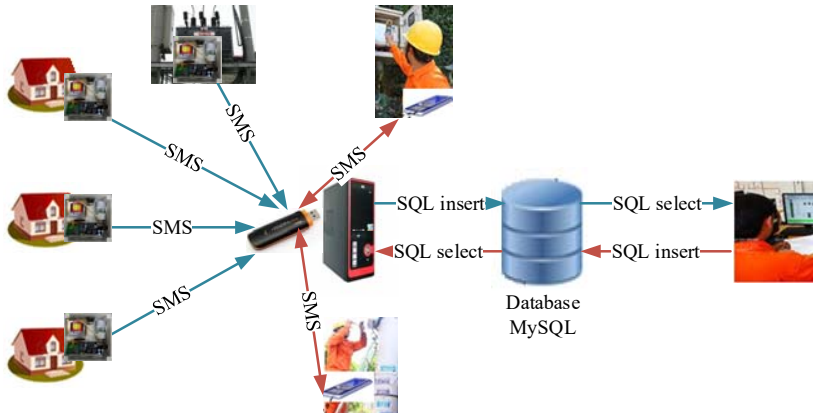
Đối với khách hàng: quá trình giám sát thực hiện theo lưu đồ giải thuật được trình bày ở Hình. Khi có thay đổi về giá trị điện áp trong phạm vi cài đặt: mất điện (ALARM NoAcc), có điện (ALARM Normal Acc), thiết bị sẽ gửi cảnh báo về máy tính quản lý và khách hàng (khi có yêu cầu).



Hình 4: Lưu đồ giải thuật thiết bị giám sát điện áp (trạm biến áp)



Hình 5: Lưu đồ giải thuật thiết bị giám sát điện áp (khách hàng)



Hình 6: Mô hình lưu trữ và xử lý tín hiệu

2.3 Tiếp nhận và xử lý cảnh báo

2.3.1 Tiếp nhận tín hiệu

Để truyền nhận tín hiệu SMS giữa thiết bị giám sát cảnh báo và máy tính quản lý hay thiết bị di động, một modem GSM (USB 3G MF190S- ZTE) có gắn thẻ sim, được kết nối với máy tính thông qua cổng COM (Communication). Một ứng dụng được xây dựng và cài đặt trên máy tính để giao tiếp với modem GSM nhờ các tập lệnh AT (Bảng 1), đảm nhiệm việc tiếp nhận và gửi tín hiệu SMS.

2.2.2 Xác định vị trí cảnh báo

Thiết bị được lắp đặt cố định tại vị trí cần giám sát là thiết bị được trình bày ở Hình 3, sẽ xác định được tọa độ tương đối GPS (Global Positioning System) tính của thiết bị thông qua Google Maps (A. EI-Rabbany, 2002). Khi xảy ra sự cố ở một điểm cần giám sát, nơi có lắp đặt thiết bị tự động gửi một tin nhắn SMS cảnh báo về máy tính quản lý. Hệ thống được phát triển trên nền ngôn ngữ PHP (Personal Home Page) kết hợp với hệ quản trị cơ sở dữ liệu MySQL để xây dựng các modul bao gồm: Modul gửi và nhận tin nhắn SMS (M. Ghasemzadeh), modul phân loại tin nhắn liên kết cơ sở dữ liệu để truy cập thông tin địa điểm, Website hiển thị điểm cần được xử lý trên Google Maps (Parkinson, B. W. 1996), (Davis, S. 2006). Một tin nhắn mới gửi đến hệ thống sẽ được tiếp nhận và lưu vào cơ sở dữ liệu hệ thống thông qua modul gửi và nhận tin nhắn SMS. Các modul khác sẽ lấy dữ liệu từ cơ sở dữ liệu để xử lý theo yêu cầu. Mô hình lưu trữ và xử lý tín hiệu được trình bày ở Hình 6.

Bảng 1: Tập lệnh AT (Attention)

Lệnh AT	Công dụng
AT + CMGF	Định dạng tin nhắn ở dạng TEXT
AT + CNMI	Hiển thị nội dung tin nhắn khi nhận được
AT + CMGD	Xoá toàn bộ tin nhắn trong bộ nhớ SIM
AT + CMGS	Gửi tin nhắn
AT + CUSD	Gửi chuỗi mã lên tổng đài nhà mạng

2.3.2 Phân tích phạm vi cảnh báo

Sau khi nhận được tín hiệu cảnh báo từ thiết bị, Server sẽ phân tích mã thiết bị có trong cơ sở dữ liệu để phân loại cảnh báo thuộc phạm vi trạm biển áp hay khách hàng.

Nếu thiết bị gửi cảnh báo là trạm biển áp thì hệ thống sẽ kiểm tra lịch cắt điện. Nếu có lịch cắt điện vào khoảng thời gian thiết bị gửi cảnh báo thì chỉ hiển thị cảnh báo trên máy tính quản lý, ngược lại thì gửi cảnh báo đến nhân viên vận hành và hiển thị trên máy tính quản lý.

Nếu thiết bị gửi cảnh báo là khách hàng thì hệ thống sẽ kiểm tra số lượng thiết bị trong cùng một trạm biển áp. Nếu số lượng cảnh báo từ 3 thiết bị trở lên thì xem như cảnh báo trạm biển áp, ngược lại gửi cảnh báo đến nhân viên vận hành và hiển thị trên máy tính quản lý.

2.4 Xác nhận và xử lý cảnh báo

Nhân viên trực vận hành sau khi nhận được tin nhắn cảnh báo phải gửi tin nhắn xác nhận theo mẫu về máy tính quản lý, nếu sau 3 phút hệ thống không nhận được tin nhắn xác nhận từ nhân viên vận hành thứ nhất thì sẽ gửi lại tin nhắn cảnh báo

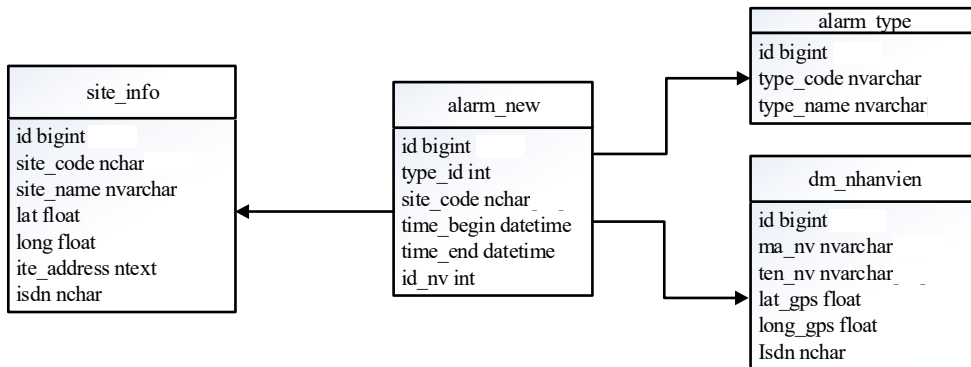
đó cho nhân viên gần tiếp theo, chu trình này được lặp lại cho đến khi có nhân viên gửi tin nhắn xác nhận cảnh báo.

Sau khi cảnh báo được xử lý xong, thiết bị giám sát sẽ gửi tin nhắn báo có điện về hệ thống để cập nhật trạng thái bình thường không còn cảnh báo.

2.5 Xây dựng cơ sở dữ liệu sử dụng MySQL

Khi nhận được tín hiệu cảnh báo từ điểm giám sát, Window Service sẽ đọc dữ liệu từ modem GSM, truy cập Web Server để cập nhật thông tin vị trí điểm xảy ra cảnh báo. Sau đó, phần mềm sẽ xác định điểm cảnh báo và tính toán khoảng cách dựa trên dữ liệu kinh độ và vĩ độ để tìm nhân viên trực vận hành gần điểm cảnh báo nhất và gửi tín hiệu cảnh báo cho nhân viên này (Vargas, G. R *et al.*, 2004).

Hệ thống quản lý cơ sở dữ liệu gồm danh sách các thiết bị và danh sách nhân viên trực vận hành. Hệ thống này còn cho phép nhà quản trị quản lý đối tượng người dùng, nội dung các cảnh báo, thời điểm xảy ra, thời gian hoàn tất việc xử lý cảnh báo. Hệ cơ sở dữ liệu được xây dựng theo liên kết với mô hình (Hình 7).



Hình 7: Mối liên kết các khối dữ liệu trong hệ cơ sở dữ liệu SQL (Structured Query Language)

2.6 Xây dựng phần mềm quản lý Alarm Manager

Phần mềm này được xây dựng bằng công cụ Visual Studio 2013, với ngôn ngữ lập trình C#.net và hệ quản trị cơ sở dữ liệu SQL Server. Phần mềm có nhiệm vụ tự động xử lý các dữ liệu truyền về của thiết bị giám sát và nhân viên trực vận hành để xác định điểm xảy ra cảnh báo và vị trí nhân viên trực vận hành gần nhất, hiển thị lên giao diện ứng dụng đã được xây dựng và gửi tin nhắn điều hướng nhân viên đến điểm cảnh báo trên Google Maps. Phần mềm bao gồm một Window Service chạy nền

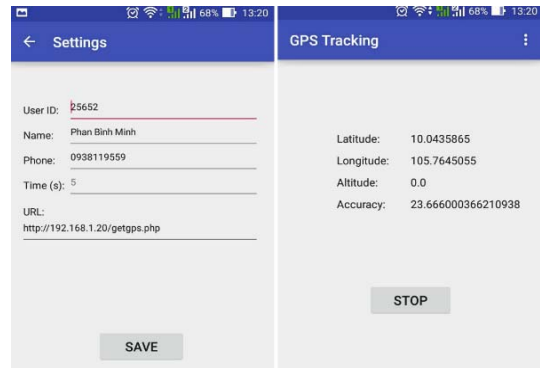
C#.net kết nối và nhận dữ liệu trực tiếp từ modem GSM (AIRCOM International, 2002).

Khi nhận được tín hiệu cảnh báo từ điểm giám sát, Window Service sẽ đọc dữ liệu từ modem GSM, truy cập Web Server để cập nhật thông tin vị trí điểm xảy ra cảnh báo. Sau đó, phần mềm sẽ xác định điểm cảnh báo và tính toán khoảng cách dựa trên dữ liệu kinh độ và vĩ độ để tìm nhân viên trực vận hành gần điểm cảnh báo nhất và gửi tín hiệu cảnh báo cho nhân viên này. Nội dung cảnh báo và liên kết điều hướng từ vị trí nhân viên đến điểm cảnh báo cần xử lý thông qua ứng dụng Google Maps đã cài đặt trên điện thoại.

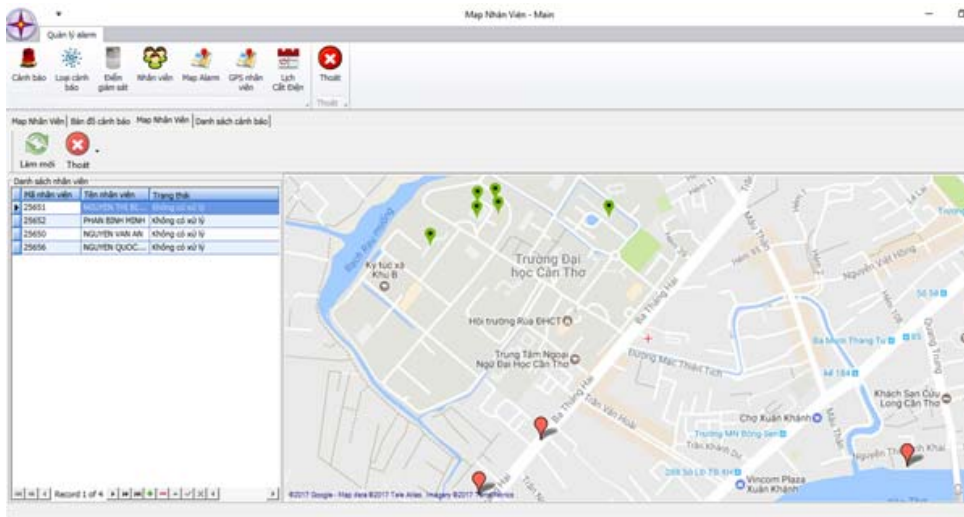
3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Hiện thị vị trí nhân viên và điểm giám sát

Nhân viên trực vận hành phải sử dụng điện thoại (Smart phone) có hỗ trợ GPS, cài đặt ứng dụng Android cho phép truy xuất dữ liệu GPS của điện thoại sau mỗi 30 giây và gửi về Web Server khi có yêu cầu, để đưa vào cơ sở dữ liệu SQLServer được trình bày ở Hình 8. Các dữ liệu đưa về bao gồm mã nhân viên trực vận hành (User ID), kinh độ (Longitude) và vĩ độ (Latitude) của nhân viên. Để sử dụng được chức năng này, yêu cầu nhân viên trực vận hành phải bật chức năng định vị GPS trên điện thoại (A. EI-Rabbany, 2002).



Hình 8: Ứng dụng android – GPS Tracking

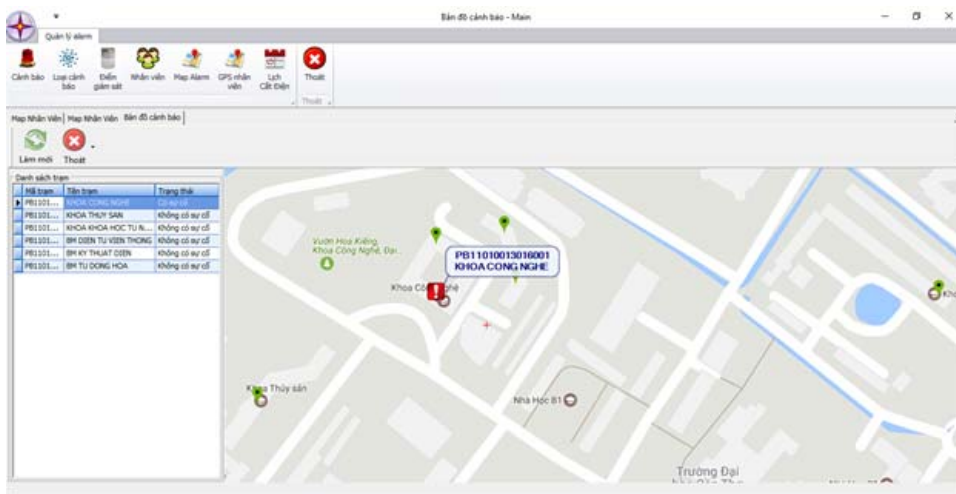


Hình 9: Vị trí nhân viên vận hành, điểm giám sát

Ứng dụng hiện thị vị trí nhân viên và các điểm giám sát trực quan trên bản đồ Google Maps, thông qua thư viện Google Maps APIs, được cung cấp miễn phí bởi Google được trình bày ở Hình 9.

3.2 Nhận và hiển thị cảnh báo

Tín hiệu cảnh báo được gửi từ thiết bị giám sát đến hệ thống và được hiển thị trên máy tính quản lý và âm thanh cảnh báo được trình bày ở Hình 10.

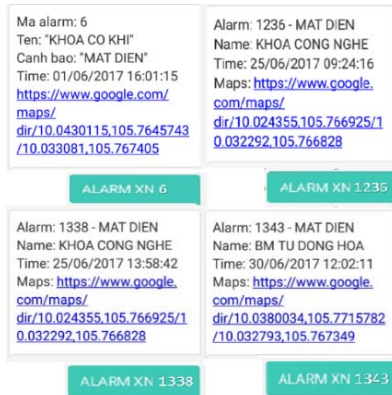


Hình 10: Giao diện cảnh báo sự cố, không có sự cố

3.3 Tín hiệu cảnh báo có điều hướng và xác nhận

Để đảm bảo việc tiếp nhận thông tin sự cố và xử lý sự cố đạt được hiệu quả cao, nghiên cứu này đã thiết kế vòng lặp kiểm tra tin nhắn xác nhận với chu kỳ 3 phút. Khoảng thời gian này đủ để nhân viên trực vận hành có thể nhắn tin xác nhận. Khi đó, hệ thống sẽ không tiếp tục gửi tín hiệu cho nhân viên trực vận hành tiếp theo. Nội dung tín hiệu cảnh báo và xác nhận của nhân viên trên điện thoại được trình bày ở Hình 11.

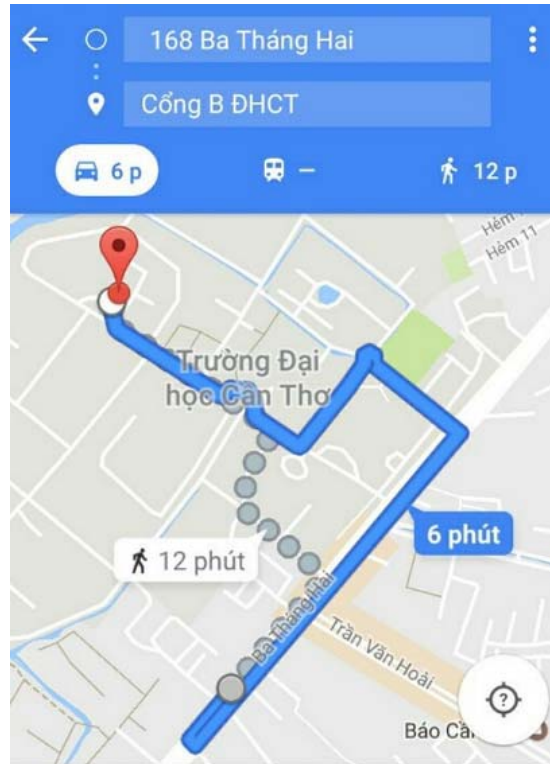
Nghiên cứu này chỉ trình bày phần mất điện và có điện, trường hợp cao áp và thấp áp cũng tương tự và dữ liệu đã được thiết lập sẵn nhưng đòi hỏi phải sử dụng máy biến áp tự ngẫu để làm thí nghiệm.



Hình 11: Tín hiệu cảnh báo và xác nhận của nhân viên trên điện thoại

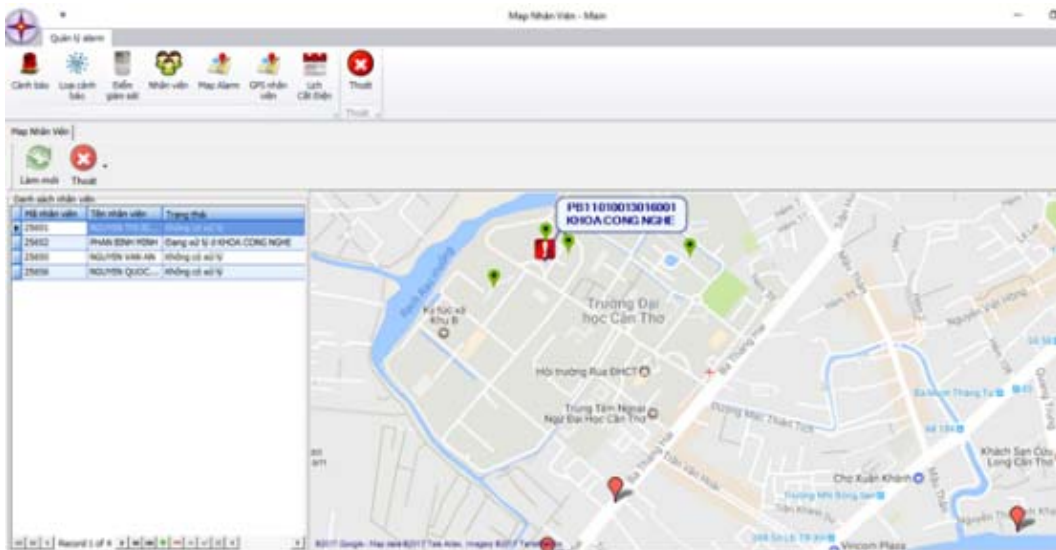
Sau khi nhận được tin nhắn cảnh báo, nhân viên trực vận hành xác nhận theo cú pháp trên, sau đó

chọn vào đường dẫn kèm theo tin nhắn sẽ mở ứng dụng Google Maps điều hướng nhân viên đến điểm cảnh báo, giúp cho nhân viên nhanh chóng tiếp cận điểm cảnh báo trong thời gian ngắn nhất. Kết quả hiển thị được trình bày ở Hình 12.



Hình 12: Điều hướng nhân viên

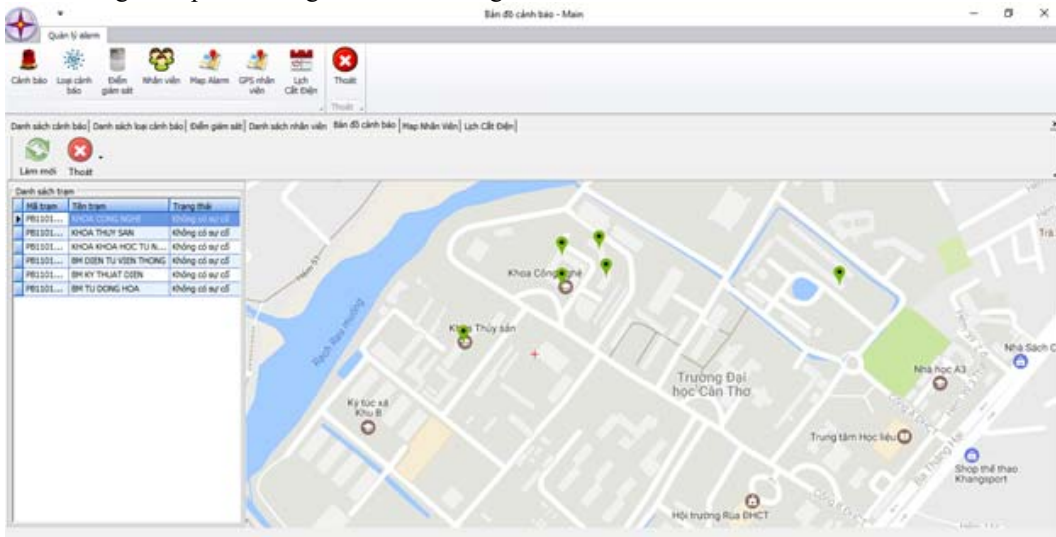
Trạng thái máy chủ quản lý sau khi nhân viên vận hành xác nhận xử lý cảnh báo được phản hồi về hệ thống trình bày ở Hình 13.



Hình 13: Hệ thống cập nhật trạng thái khi nhân viên xác nhận xử lý

Sau khi cảnh báo được xử lý xong, điện được khôi phục trở lại, thiết bị sẽ gửi tin nhắn báo có điện về hệ thống để cập nhật trạng thái bình thường

không còn cảnh báo thì mới được xem là hoàn thành quá trình xử lý được trình bày ở Hình 14.



Hình 14: Hoàn tất quá trình xử lý sự cố

4 KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

Từ kết quả đề tài xây dựng hệ thống hỗ trợ ứng cứu sự cố an ninh, nghiên cứu này được thử nghiệm trên 6 thiết bị giám sát được lắp đặt tại các vị trí khác nhau. Kết quả kiểm chứng thời gian từ lúc thiết bị phát hiện bất thường trên lưới điện đến khi nhân viên nhận được cảnh báo điều hướng khoảng từ 1 đến 3 phút, đồng thời khách hàng nhận được cảnh báo ngay khi có sự cố xảy ra. Kết quả kiểm chứng cho phép khẳng định tính khả thi của việc xây dựng hệ thống gửi và nhận tin hiệu, hiển thị điểm sự cố và điều hướng nhân viên ứng cứu sự cố trên Google Maps. Bước đầu cho thấy hệ thống nên được thử nghiệm thực tế để hoàn thiện. Khi đó, việc kết hợp hệ thống này với *Hệ thống thu thập và quản lý dữ liệu công tơ* sẽ tạo thành một công cụ hữu ích, đáp ứng yêu cầu phát hiện sớm và xử lý nhanh sự cố. Nó giúp giảm thời gian mất điện kéo dài và là mục tiêu quan trọng cần thực hiện trong việc nâng cao độ tin cậy cung cấp điện trong thời gian tới của ngành điện.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Phạm Ngọc Quang, Nguyễn Minh Tùng và Nguyễn Ngọc Lâm, 2014. Thiết kế và chế tạo thiết bị cảnh báo mất điện bằng SMS. Hội nghị Khoa học và Công nghệ Điện lực toàn quốc, 06/11 - 08/11/2014, tại Đà Nẵng. Trang tin điện tử PC Đà Nẵng.

Công ty Cổ phần Tư vấn Đầu tư Phát triển Hạ tầng Viễn thông, 2014. Hệ thống thu thập và quản lý dữ liệu công tơ, ngày truy cập 26/2/2017. Địa chỉ: <http://spc.ifc.com.vn/>.

Tạp chí Điện lực chuyên đề Quản lý và Hội nhập, 2015. Định hướng chiến lược của Đảng Bộ EVN giai đoạn 2015-2020, ngày truy cập 26/2/2017. Địa chỉ: <http://www.evn.com.vn/d6/news/Dinh-huong-chien-luoc-cua-Dang-Bo-EVN-giai-doan-2015-2020--6-12-16045.aspx>.

Bích Liên, 2017. Ứng dụng khoa học công nghệ trong ngành điện, ngày truy cập 11/3/2017. Địa chỉ: https://www.cpc.vn/home/TTuc_Detail.aspx?pm=ttuc&sj=KHKTCN&id=19430#.WTrKIWcHIU

Xuân Tiên, 2017. EVN đã làm tốt nhiệm vụ cung ứng đủ điện cho phát triển kinh tế - xã hội, ngày truy cập 03/02/2017. Địa chỉ: <http://evn.com.vn/d6/news/EVN-da-lam-tot-nhiem-vu-cung-ung-du-dien-cho-phat-trien-kinh-te-xa-hoi-6-12-19343.aspx>.

Mai Phương, 2016. Các chỉ số độ tin cậy cung cấp điện tiếp tục cải thiện, ngày truy cập 22/2/2017. Địa chỉ: <http://bnews.vn/cac-chi-so-do-tin-cay-cung-cap-dien-tiep-tuc-cai-thien/19542.html>

Elster Metering Limited, "Overview section," in A1700 Manual vol. Chapter 2, 5/2007.

Trần Phước Thành, Nguyễn Chí Ngôn, và Nguyễn Thành Đông, 2015. Xây dựng hệ thống hỗ trợ ứng cứu sự cố an ninh. Hội nghị toàn quốc lần thứ 3 về Điều khiển và Tự động hóa, 2015. Đại học Thái Nguyên. 2015: 597-602.

AIRCOM International Ltd, "GSM Technology for Engineers," 2002.

M. Ghasemzadeh and V. A. Foroushani, 2008, Remote management of computer networks by short message service, truy cập 15/2/2017. Địa chỉ: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4580616&isnumber=4580554>.

- Goel, U, Shah, K., Qadeer, et al (2011). The personal SMS gateway. In Communication Software and Networks (ICCSN), IEEE 3rd International Conference on (May 2011) (pp. 617-621). IEEE.
- Harper, Leroy D., Computer power management system. U.S. Patent No 5,428,790, 1995.
- Parkinson, B.W. and Enge, P.K., 1996. Differential gps. Global Positioning System: Theory and applications., 2, pp.3-50
- A. El-Rabbany, *GPS the global positioning system*, 2002.
- Davis, S. (2006). Google Maps API, V2: Adding Where To Your Applications.
- SIMCom, S. A. (2010). Command Manual. Shanghai: SIMCom Wireless Solutions.
- Fan, R. A. N. (2004). Investigation of Internet-based SCADA systems: design and applications (Doctoral dissertation, King Fahd University of Petroleum and Minerals).
- Vargas, G. R., & Shen, A. W. (2004). U.S. Patent No. 6,745,048. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.