



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0048675

(51)^{2021.01} G06F 11/00; G06F 9/44; G06F 1/24

(13) B

(21) 1-2022-04828

(22) 29/07/2022

(45) 25/07/2025 448

(43) 25/10/2022 415A

(73) Tập đoàn Công nghiệp - Viễn thông Quân đội (VN)

Lô D26 khu đô thị mới Cầu Giấy, phường Yên Hoà, quận Cầu Giấy, thành phố Hà Nội

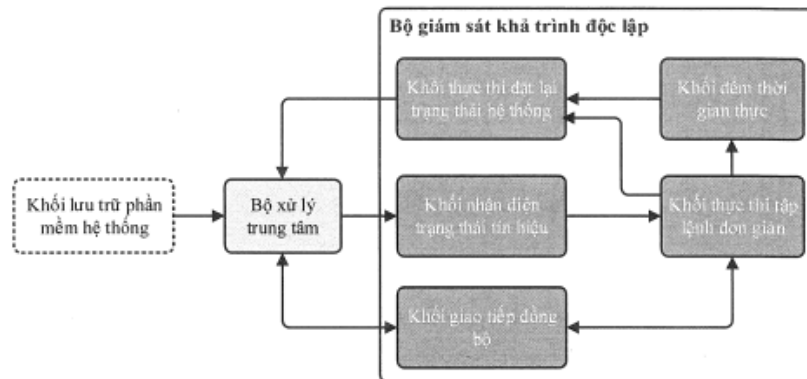
(72) Trần Nam Hải (VN); Đậu Hồng Quân (VN); Tăng Thiên Vũ (VN); Trần Xuân Mạnh (VN); Tạ Quốc Việt (VN); Phạm Xuân Trà (VN).

(74) Công ty TNHH NACILAW (NACILAW)

(54) HỆ THỐNG TÁI KHỞI ĐỘNG HỆ THỐNG MÁY TÍNH NHÚNG TỪ TRẠNG THÁI KHÔNG PHẢN HỒI TRONG QUÁ TRÌNH KHỞI ĐỘNG SỬ DỤNG PHẦN CỨNG KHẢ TRÌNH ĐỘC LẬP

(21) 1-2022-04828

(57) Sáng chế đề cập đến hệ thống tái khởi động hệ thống máy tính nhúng từ trạng thái không phản hồi trong quá trình khởi động sử dụng phần cứng khả trình độc lập. Sáng chế giúp hệ thống máy tính nhúng luôn ở trạng thái có thể truy cập được từ xa trong mọi điều kiện bất lợi xảy ra với phần mềm hệ thống. Hệ thống bao gồm bộ giám sát khả trình độc lập và bộ xử lý trung tâm.



Hình 1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hệ thống tái khởi động hệ thống máy tính nhúng từ trạng thái không phản hồi trong quá trình khởi động. Cụ thể, hệ thống được đề cập trong sáng chế được ứng dụng trong lĩnh vực tự động hóa công việc vận hành các hệ thống lớn giúp nâng cao chất lượng sản phẩm và giảm thiểu chi phí nhân công trong suốt vòng đời hoạt động của hệ thống.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Một hệ thống nhúng khi khởi động sẽ trải qua nhiều giai đoạn và các giai đoạn này cần nhiều yếu tố hỗ trợ để hệ thống có thể khởi động thành công. Quá trình khởi động của bộ xử lý trung tâm được chia làm ba giai đoạn chính: khởi động chương trình nền tảng bao gồm trình khởi động và phần mềm cơ bản để khởi động phần cứng, khởi động hệ điều hành và khởi động ứng dụng.

Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình khởi động hệ thống nhúng có thể kể đến là: trình tự bật tắt nguồn khởi động thiết bị, khả năng cung cấp xung nhịp (clock) cho tất cả thiết bị trong hệ thống, trạng thái khả dụng của các thiết bị nhớ và tình trạng phần mềm được sử dụng để khởi động. Sáng chế sẽ tập trung vào phương pháp giám sát quá trình khởi động của một hệ thống máy tính nhúng.

Trong hệ thống nhúng cơ bản, bộ xử lý chính thường được tích hợp các khối giám sát quá trình hoạt động (watchdog-timer). Các khối này sẽ thực hiện khởi động lại toàn bộ hệ thống khi phát hiện hiện tượng treo hoặc hiện tượng ứng dụng không phản hồi với các sự kiện bên trong đến từ hoạt động bên trong phần mềm và bên ngoài hệ thống đến từ các thành phần phần hệ thống khác kết nối với hệ thống nhúng.

Mặc dù đóng vai trò quan trọng trong việc duy trì hoạt động của toàn bộ hệ thống, những khối giám sát quá trình hoạt động là các thiết kế cố định. Thông thường khối giám sát quá trình hoạt động là các khối tích hợp bên trong các hệ thống máy tính nhúng phức tạp (SoC – System on Chip), hoặc là các chip xử lý kiến trúc tích hợp tính năng chuyên dụng (ASIC – Application-specific integrated circuit) nằm độc lập. Các phương án tiếp cận này có khả năng tùy biến rất hẹp, không thể đáp ứng với các điều kiện tác động đa dạng từ môi trường và các thành phần bên trong hệ thống.

Sáng chế mô tả một phương án sử dụng chip xử lý khả trình để giám sát quá trình khởi động của hệ thống máy tính nhúng. Trong trường hợp hệ thống máy tính nhúng

không khởi động được đúng như mong đợi, chip xử lý khả trình tiến hành khởi động lại hệ thống.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là xây dựng hệ thống nhúng để hỗ trợ khắc phục vấn đề gặp phải trong quá trình khởi động. Tính năng tích hợp sẽ hỗ trợ tự động hóa khâu vận hành và duy trì hoạt động trong suốt vòng đời của sản phẩm.

Để đạt được mục đích trên, hệ thống được đề xuất trong sáng chế bao gồm:

Bộ giám sát khả trình độc lập: có chức năng giám sát độc lập không phụ thuộc vào quá trình khởi động của bộ xử lý trung tâm, giám sát quá trình khởi động hệ thống thông qua thời gian cho mỗi quá trình khởi động, tự động thay đổi phần mềm hệ điều hành sử dụng bằng kỹ thuật đếm số lần khởi động liên tiếp.

Bộ xử lý trung tâm: khối này có chức năng thông báo hoàn thành quá trình khởi động và toàn bộ hệ điều hành của hệ thống.

Trong sáng chế này, còn có khối lưu trữ phần mềm hệ thống: có hai phần mềm hệ thống cài đặt độc lập ở hai thiết bị hỗ trợ khởi động, tuy nhiên khối này không nằm trong hệ thống tái khởi động mà sáng chế đề cập nên không tiến hành đi sâu phân tích.

Một thiết bị xử lý khả trình độc lập sẽ được tích hợp để giám sát khả năng khởi động và hoạt động của bộ xử lý trung tâm thông qua tín hiệu phản hồi. Nếu vì nguyên nhân hoặc sự cố bất ngờ hoặc không xác định trước khiến bộ xử lý trung tâm không thể khởi động và thông báo trạng thái hoạt động bình thường đến bộ giám sát khả trình độc lập, khối giám sát này sẽ thu thập các thông tin về trạng thái hệ thống để có biện pháp đặt lại đưa khối xử lý trung tâm về trạng thái hoạt động bình thường.

Mô tả tóm tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ mô tả thành phần của hệ thống được đề cập trong sáng chế;

Hình 2 là hình mô tả luồng xử lý của bộ giám sát khả trình độc lập trong quá trình khởi động bộ xử lý trung tâm;

Hình 3 là hình mô tả luồng xử lý của bộ giám sát khả trình độc lập trong quá trình hoạt động của ứng dụng trong bộ xử lý trung tâm;

Hình 4 là mô tả giao diện trao đổi thông tin giữa bộ xử lý trung tâm và bộ giám sát khả trình độc lập ở ví dụ thực tế. RST là đường kết nối điều khiển đặt lại trạng thái bộ xử lý trung tâm. G2 là đường điều khiển chỉ định chế độ khởi động bộ xử lý trung tâm. G1 là đường tín hiệu bộ xử lý trung tâm thông báo tình trạng khởi động phần mềm

nền tảng. I²C là đường giao tiếp trao đổi thông tin giữa bộ xử lý trung tâm và bộ giám sát khả trình độc lập.

Mô tả chi tiết sáng chế

Tham chiếu Hình 1, Hình 2, Hình 3 và Hình 4, hệ thống được đề cập trong sáng chế bao gồm bộ giám sát khả trình độc lập và bộ xử lý trung tâm.

Bộ giám sát khả trình độc lập có cấu tạo là một vi xử lý khả trình, có thể lựa chọn một trong các kiến trúc sau:

- Bộ vi điều khiển (Micro-Controller Unit – MCU);
- Thiết bị tính toán khả trình phức tạp (Complex-Programmable Logic Device – CPLD);
- Mạch tích hợp cổng khả trình linh hoạt (Field-Programmable Gate Array – FPGA).

Bộ giám sát khả trình độc lập được nạp vào các chương trình xử lý các tình huống xảy ra nằm ngoài khả năng kiểm soát của bộ xử lý trung tâm. Bộ giám sát khả trình độc lập được tích hợp hai tính năng chính bao gồm khả năng thu thập thông tin, giám sát trạng thái hệ thống và khả năng xử lý, đưa ra quyết định khi phát hiện bộ xử lý trung tâm gặp vấn đề. Chương trình được nạp vào là cố định và không thay đổi trong suốt thời gian vận hành của sản phẩm.

Bên trong bộ giám sát khả trình độc lập, các khối nhỏ hơn đảm nhận các nhiệm vụ khác nhau để hoàn thành việc giám sát trạng thái khởi động của hệ thống bao gồm:

- Khối đếm thời gian thực;
- Khối nhận diện trạng thái tín hiệu;
- Khối giao tiếp đồng bộ;
- Khối thực thi tập lệnh đơn giản;
- Khối thực thi đặt lại trạng thái hệ thống.

Cụ thể, bộ giám sát khả trình độc lập sử dụng thời gian hoạt động làm thước đo để đánh giá trạng thái khởi động của hệ thống. Khối đếm thời gian thực được áp dụng sẽ được khởi động trước khi bộ xử lý trung tâm bắt đầu hoạt động. Trong suốt thời gian bộ xử lý trung tâm khởi động, khối đếm thời gian thực với nguyên lý hoạt động độc lập với nguồn xung nhịp riêng để tự động đếm lùi không phụ thuộc vào trạng thái hoạt động chung của hệ thống sẽ thông báo về khối thực thi đặt lại trạng thái hệ thống khi quá thời gian khởi động cho phép.

Trong quá trình bộ xử lý trung tâm khởi động chương trình nền tảng ban đầu, khối nhận diện thay đổi trạng thái tín hiệu sẽ theo dõi tình trạng điện áp tại chân kết nối giữa bộ xử lý trung tâm và bộ giám sát khả trình độc lập. Nếu có sự thay đổi điện áp tại chân tín hiệu này, khối nhận diện trạng thái tín hiệu sẽ tạo tín hiệu ngắt quá trình hoạt động của khối đếm thời gian thực và thông báo trạng thái khởi động thành công đến khối thực thi tập lệnh đơn giản để chuyển trạng thái hoạt động tiếp theo của bộ giám sát khả trình độc lập.

Tín hiệu mà khối nhận diện trạng thái tín hiệu sử dụng để xác định trạng thái khởi động thành công của hệ thống là sườn lên từ chân nhập/xuất thông dụng (General-purpose Input/Output – GPIO) của bộ xử lý trung tâm. Đường kết nối giữa bộ xử lý trung tâm và bộ giám sát khả trình độc lập được lắp đặt một trở kéo lên để xác định trạng thái ban đầu là mức điện áp cao trước khi khởi động. Khi khởi động, bộ xử lý trung tâm sẽ phải kéo điện áp ở chân tín hiệu này xuống mức thấp và đẩy lên mức cao sau khi kết thúc quá trình khởi động chương trình nền tảng để tạo một sườn lên thông báo trạng thái khởi động đến bộ giám sát khả trình độc lập. Thời gian giữa lần kéo xuống thấp và đẩy lên cao có thể mở rộng không giới hạn nhưng tối thiểu là 100 chu kì máy.

Song song với khối nhận diện trạng thái tín hiệu, khối giao tiếp đồng bộ được sử dụng để hỗ trợ bộ xử lý trung tâm thông báo trạng thái khởi động trong điều kiện các thành phần hệ thống đã sẵn sàng cho các tác vụ phức tạp hơn. Khối giao tiếp đồng bộ trong bộ giám sát khả trình độc lập kết nối với bộ xử lý trung tâm qua đường truyền liên mạch tích hợp (Inter-Integrated Circuit – I²C). Với tốc độ đường truyền phổ biến nằm trong khoảng 100kHz đến 400kHz, bộ xử lý trung tâm và khối giao tiếp đồng bộ trong bộ giám sát khả trình độc lập sẽ trao đổi bản tin qua giao thức quản lí đường truyền hệ thống phổ thông (System Management Bus – SMBus).

Thông tin trao đổi trên đường truyền liên mạch tích hợp I²C là chuỗi các dữ liệu được đóng khung theo một cặp byte nhớ (16-bits). Trong đó byte đầu chứa nội dung câu lệnh và byte tiếp theo là giá trị tương ứng với câu lệnh ở byte đầu. Thông tin được đưa vào khối thực thi tập lệnh đơn giản sẽ hỗ trợ bộ xử lý trung tâm trong việc thông báo tình trạng khởi động hệ điều hành thành công và kích hoạt tính năng mở rộng mà bộ giám sát khả trình độc lập hỗ trợ.

Trong điều kiện bộ xử lý trung tâm khởi động không thành công, bộ giám sát khả trình độc lập đã quá hạn nhưng không nhận được tín hiệu phản hồi của bộ xử lý trung tâm, khối thực thi đặt lại trạng thái hệ thống sẽ được khởi động để đưa hệ thống về lại trạng thái khi mới cấp nguồn để khởi động lại từ đầu. Ngoài khả năng cơ bản trên, khối thực thi đặt lại trạng thái hệ thống lưu trữ thông tin đếm số lần khởi động liên tiếp của hệ thống sau mỗi lần bộ xử lý trung tâm khởi động lại. Giá trị lưu trữ này được khối

thực thi đặt lại trạng thái hệ thống sử dụng làm căn cứ để lựa chọn chế độ khởi động tiếp theo của bộ xử lý trung tâm. Khi bộ xử lý trung tâm khởi động lại liên tục trong ngưỡng giới hạn cho phép (K_0), khối thực thi đặt lại trạng thái hệ thống sẽ đặt lại trạng thái hệ thống trước lúc cấp nguồn. Nếu giá trị khởi động lại liên tục vượt mốc K_0 , khối thực thi đặt lại trạng thái hệ thống sẽ chỉ định bộ xử lý trung tâm khởi động chế độ hoạt động ở mức độ tối thiểu nhằm khởi động các tính năng khôi phục hệ thống. Phần mềm hệ thống cho chế độ khởi động ở mức tối thiểu được xây dựng ở vị trí độc lập về mặt thiết bị với phần mềm hệ thống chính cần khởi động.

Để bộ giám sát khả trình độc lập hoàn thành các yêu cầu đặt ra trong việc khôi phục trạng thái hoạt động của hệ thống, bộ xử lý trung tâm sẽ cần tích hợp hai hệ điều hành nằm ở hai vùng nhớ riêng biệt. Một hệ điều hành chính để khởi động điều kiện hoạt động bình thường của sản phẩm. Hệ điều hành còn lại được sử dụng khi hệ điều hành chính gặp trục trặc, đóng vai trò như phương án bảo hộ để đảm bảo hệ thống khởi động thành công (chế độ khởi động tối thiểu). Khi sản phẩm đi vào chế độ khởi động tối thiểu, chỉ các thiết bị và tính năng cơ bản nhất của hệ thống sẽ được khởi động để hỗ trợ người dùng, người vận hành truy cập từ xa, sửa lỗi. Cả hai hệ điều hành ứng với các chương trình nền tảng để khởi động hệ thống sẽ cần tích hợp các tính năng đặc thù để bộ xử lý trung tâm có thể truy cập cổng kết nối nhằm thông báo trạng thái khởi động đến bộ giám sát khả trình độc lập.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sáng chế đã được áp dụng vào hệ thống xử lý băng gốc 5G AIO do Tổng Công ty Công Nghiệp Công Nghệ Cao Viettel (VHT) sản xuất. Phương pháp sử dụng bộ giám sát khả trình độc lập để xử lý sự cố duy trì khả năng kết nối của sản phẩm được nêu trong mô tả chi tiết sáng chế. Các thiết bị sử dụng cho phương án áp dụng bao gồm:

- Phần cứng:
 - Bộ giám sát khả trình độc lập với kiến trúc CPLD – Complex Programmable Logic Device;
 - Bộ xử lý trung tâm sử dụng vi xử lý của NXP;
 - Thiết bị lưu trữ NOR và eMMC;
- Phần mềm:
 - Phần mềm hệ điều hành tích hợp tính năng thông báo sau khởi động ở eMMC;
 - Phần mềm hệ điều hành tối giản ở NOR;

Hệ thống khi khởi động sẽ cần trải qua các giai đoạn chính bao gồm:

- Khởi động chương trình nền tảng;
- Khởi động hệ điều hành;
- Chạy ứng dụng đáp ứng yêu cầu tính năng hệ thống;

Mỗi giai đoạn sẽ đòi hỏi yêu cầu khác nhau của cả phần cứng và phần mềm tham gia để đảm bảo quá trình khởi động thành công. Bộ giám sát khả trình độc lập được tích hợp chương trình giám sát quá trình khởi động của bộ xử lý trung tâm. Thời gian cho phép hệ thống khởi động các thành phần nền tảng, hệ điều hành và duy trì trạng thái của ứng dụng được dự tính tương ứng:

- $T_1 = 30$ giây
- $T_2 = 2$ phút
- $T_3 = 30$ giây

Thông tin thời gian khởi động được xây dựng mà thực nghiệm kiểm tra các trường hợp sử dụng ở hệ thống nhúng 4G cũ cùng với các ước lượng, đánh giá tính năng ở hệ thống 5G mới.

Trước khi bộ xử lý trung tâm bắt đầu khởi động, bộ giám sát khả trình độc lập được khởi động trước và kích hoạt khối đếm thời gian thực cùng khối nhận diện trạng thái bộ xử lý trung tâm. Trong lúc bộ xử lý trung tâm đang khởi động chương trình nền tảng, bộ đếm kích hoạt với thời gian (T_1) được cài đặt sẵn sẽ đếm liên tục giảm dần. Khi giá trị bộ đếm về 0, bộ đếm sẽ kích hoạt khối thực thi đặt lại hệ thống để tiến hành đặt lại trạng thái khởi động của bộ xử lý trung tâm.

Chương trình nền tảng cho bộ xử lý trung tâm được tích hợp tính năng thay đổi trạng thái chân tín hiệu nối giữa bộ xử lý trung tâm và bộ giám sát khả trình độc lập ngay khi kết thúc khởi động chương trình nền tảng. Việc thay đổi tín hiệu ở chân kết nối giữa bộ xử lý trung tâm và bộ giám sát khả trình độc lập sẽ là điều kiện để bộ nhận diện gửi tín hiệu ngừng hoạt động bộ đếm và chuyển sang giai đoạn giám sát tiếp theo.

Ở giai đoạn giám sát hệ điều hành, khối đếm thời gian thực được đặt lại với thời gian đếm lùi (T_2) được cài đặt sẵn. Khác với quá trình khởi động chương trình nền tảng, bộ giám sát khả trình độc lập khởi động khối giao tiếp đồng bộ và xử lý tập lệnh đơn giản cho giai đoạn giám sát hệ điều hành. Trong thời gian khởi động hệ điều hành, khối đếm thời gian thực sẽ đếm lùi độc lập từ giá trị T_2 về 0. Khi giá trị chạm mức đáy, khối đếm thời gian thực sẽ kích hoạt khối thực thi đặt lại trạng thái hệ thống.

Hệ điều hành cho bộ xử lý trung tâm được tích hợp tính năng gửi các tập lệnh qua giao thức quản lý đường truyền hệ thống (SMBus) đến bộ giám sát khả trình độc lập

qua đường liên mạch tích hợp (I^2C) nhằm thông báo trạng thái khởi động thành công cùng yêu cầu kết thúc quá trình giám sát khởi động hệ thống.

Khi bộ giám sát khả trình độc lập phát hiện hệ thống khởi động không thành công ở giai đoạn khởi động phần mềm nền tảng hoặc phần mềm hệ thống, khối thực thi đặt lại trạng thái hệ thống sẽ được kích hoạt để tiến hành đưa bộ xử lý trung tâm về trạng thái ban đầu để khởi động lại. Khối thực thi đặt lại trạng thái hệ thống sử dụng đường kết nối từ chân điều khiển của bộ giám sát khả trình độc lập nối đến bộ xử lý trung tâm để tiến hành đặt lại. Đường kết nối có trở kéo lên mức điện áp cao để xác định trạng thái ban đầu của đường tín hiệu ở mức cao. Khi cần đặt lại trạng thái, khối thực thi đặt lại trạng thái hệ thống sẽ kéo mức điện áp ở chân tín hiệu này xuống mức thấp trong để đưa bộ xử lý trung tâm về trạng thái khi vừa cấp nguồn điện.

Bên cạnh đường điều khiển đặt lại trạng thái ban đầu cho bộ xử lý trung tâm, khối thực thi đặt lại trạng thái hệ thống được tích hợp đường điều khiển chế độ khởi động của bộ xử lý trung tâm. Với hai thiết bị lưu trữ hai hệ điều hành cho hai chế độ khởi động khác nhau, khối thực thi đặt lại hệ thống có thể mở rộng phương án xử lý để thay đổi chế độ khởi động giúp bộ xử lý trung tâm thoát khỏi tình trạng khởi động không thành công khi việc đặt lại và khởi động lại nhiều lần nhưng hệ thống vẫn không khởi động thành công.

Trong quá trình sử dụng, bộ giám sát độc lập sẽ lưu giữ tạm thời số lần khởi động của hệ thống. Giá trị này sẽ được tăng thêm 1 giá trị khi hệ thống bị đặt lại hay khởi động lại. Vì giá trị được lưu trữ tạm thời nên khi cấp nguồn, giá trị này sẽ bắt đầu bằng 0. Nhiệm vụ của bộ xử lý sau khi khởi động thành công sẽ gửi lệnh qua giao thức đồng bộ hoặc bất đồng bộ để xóa giá trị này về 0 nhằm tránh việc bộ giám sát độc lập xác định bộ xử lý trung tâm khởi động lại liên tục (quá K_0 lần) và đổi sang hệ điều hành phụ. Giá trị K_0 được xác định bằng khảo sát thực tế để loại trừ các trường hợp hệ thống bắt buộc phải khởi động lại nhiều hơn 1 lần trước khi đi vào hoạt động ổn định vì các nguyên nhân khách quan.

- Người vận hành cắm điện không ổn định khiến bộ xử lý trung tâm khởi động không ổn định lần đầu.
- Nạp chương trình hệ thống cần khởi động lại.
- Lỗi hiếm gặp khiến hệ thống cần khởi động lại.

Khi hệ rơi vào trạng thái khởi động lại liên tục nhưng không thành công, với giá trị K_0 được lưu trong khối thực thi đặt lại trạng thái hệ thống, khối này sẽ tiến hành chỉ định bộ xử lý trung tâm khởi động phần mềm hệ thống ở chế độ tối giản bằng các tín

hiệu điện áp ở các chân kết nối trực tiếp chân tín hiệu của bộ giám sát khả tình độc lập đến bộ xử lý trung tâm.

Với cấu hình cài đặt đã mô tả, hệ thống đạt được khả năng luôn khởi động thành công khi hệ thống có vấn đề về thiết bị lưu trữ. Các vấn đề về lưu trữ phần mềm có thể xảy ra khi bộ nhớ hỏng chương trình nền tảng, bộ nhớ hỏng phần lõi hệ điều hành hoặc ứng dụng chạy tự động khi khởi động hệ thống.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Hệ thống tái khởi động hệ thống máy tính nhúng từ trạng thái không phản hồi trong quá trình khởi động đã giúp hệ thống luôn ở trạng thái có thể truy cập được từ xa trong mọi điều kiện bất lợi xảy ra với phần mềm hệ thống. Hệ thống đã giúp tiết kiệm lớn nguồn lực trong quá trình phát triển hệ thống khi phần mềm thay đổi liên tục và người lập trình không cần phải bỏ thời gian tác động trực tiếp. Khả năng này có hiệu quả rất lớn đối với sản phẩm được lắp đặt ở các khu vực ít người có thể tiếp cận trực tiếp nhưng cần cập nhật phần mềm sửa chữa.

Yêu cầu bảo hộ

1. Hệ thống tái khởi động hệ thống máy tính nhúng từ trạng thái không phản hồi trong quá trình khởi động sử dụng phần cứng khả trình độc lập, bao gồm:

bộ giám sát khả trình độc lập: được tích hợp hai tính năng chính bao gồm khả năng thu thập thông tin, giám sát trạng thái hệ thống và khả năng xử lý, đưa ra quyết định khi phát hiện bộ xử lý trung tâm gặp vấn đề; bên trong bộ giám sát khả trình độc lập, các khối nhỏ hơn đảm nhận các nhiệm vụ khác nhau để hoàn thành việc giám sát trạng thái khởi động của hệ thống bao gồm:

khởi đếm thời gian thực được áp dụng sẽ được khởi động trước khi bộ xử lý trung tâm bắt đầu hoạt động; trong suốt thời gian bộ xử lý trung tâm khởi động, khởi đếm thời gian thực với nguyên lý hoạt động độc lập với nguồn xung nhịp riêng để tự động đếm lùi không phụ thuộc vào trạng thái hoạt động chung của hệ thống sẽ thông báo về khối thực thi đặt lại trạng thái hệ thống khi quá thời gian khởi động cho phép;

khởi nhận diện trạng thái tín hiệu: trong quá trình bộ xử lý trung tâm khởi động chương trình nền tảng ban đầu, khởi nhận diện trạng thái tín hiệu sẽ theo dõi tình trạng điện áp tại chân kết nối giữa bộ xử lý trung tâm và bộ giám sát khả trình độc lập; nếu có sự thay đổi điện áp tại chân tín hiệu này, khởi nhận diện trạng thái tín hiệu sẽ tạo tín hiệu ngắt quá trình hoạt động của khối đếm thời gian thực và thông báo trạng thái khởi động thành công đến khối thực thi tập lệnh đơn giản để chuyển trạng thái hoạt động tiếp theo của bộ giám sát khả trình độc lập;

khối giao tiếp đồng bộ: được sử dụng để hỗ trợ bộ xử lý trung tâm thông báo trạng thái khởi động trong điều kiện các thành phần hệ thống đã sẵn sàng cho các tác vụ phức tạp hơn; khối giao tiếp đồng bộ trong bộ giám sát khả trình độc lập kết nối với bộ xử lý trung tâm qua đường truyền liên mạch tích hợp (inter-integrated circuit – I²C), với tốc độ đường truyền phổ biến nằm trong khoảng 100kHz đến 400kHz, bộ xử lý trung tâm và khối giao tiếp đồng bộ trong bộ giám sát khả trình độc lập sẽ trao đổi bản tin qua giao thức quản lý đường truyền hệ thống phổ thông (system management bus – SMBus);

khối thực thi tập lệnh đơn giản: thông tin trao đổi trên đường truyền liên mạch tích hợp I²C được đưa vào khối thực thi tập lệnh đơn giản sẽ hỗ trợ bộ xử lý trung tâm trong việc thông báo tình trạng khởi động hệ điều

hành thành công và kích hoạt tính năng mở rộng mà bộ giám sát khả trình độc lập hỗ trợ;

khởi thực thi đặt lại trạng thái hệ thống: trong điều kiện bộ xử lý trung tâm khởi động không thành công, bộ giám sát khả trình độc lập đã quá hạn nhưng không nhận được tín hiệu phản hồi của bộ xử lý trung tâm, khởi thực thi đặt lại trạng thái hệ thống sẽ được khởi động để đưa hệ thống về lại trạng thái khi mới cấp nguồn để khởi động lại từ đầu; ngoài ra, khởi thực thi đặt lại trạng thái hệ thống lưu trữ thông tin đếm số lần khởi động liên tiếp của hệ thống sau mỗi lần bộ xử lý trung tâm khởi động lại; giá trị lưu trữ này được khởi thực thi đặt lại trạng thái hệ thống sử dụng làm căn cứ để lựa chọn chế độ khởi động tiếp theo của bộ xử lý trung tâm; khi bộ xử lý trung tâm khởi động lại liên tục trong ngưỡng giới hạn cho phép (K_0), khởi thực thi đặt lại trạng thái hệ thống sẽ đặt lại trạng thái hệ thống trước lúc cấp nguồn; nếu giá trị khởi động lại liên tục vượt mức K_0 , khởi thực thi đặt lại trạng thái hệ thống sẽ chỉ định bộ xử lý trung tâm khởi động chế độ hoạt động ở mức độ tối thiểu nhằm khởi động các tính năng khôi phục hệ thống;

bộ xử lý trung tâm: tích hợp hai hệ điều hành nằm ở hai vùng nhớ riêng biệt; một hệ điều hành chính để khởi động điều kiện hoạt động bình thường của sản phẩm; hệ điều hành còn lại được sử dụng khi hệ điều hành chính gặp trục trặc, đóng vai trò như phương án bảo hộ để đảm bảo hệ thống khởi động thành công (chế độ khởi động tối thiểu); khi sản phẩm đi vào chế độ khởi động tối thiểu, chỉ các thiết bị và tính năng cơ bản nhất của hệ thống sẽ được khởi động để hỗ trợ người dùng, người vận hành truy cập từ xa, sửa lỗi; cả hai hệ điều hành ứng với các chương trình nền tảng để khởi động hệ thống sẽ cần tích hợp các tính năng đặc thù để bộ xử lý trung tâm có thể truy cập cổng kết nối nhằm thông báo trạng thái khởi động đến bộ giám sát khả trình độc lập.

2. Hệ thống tái khởi động hệ thống máy tính nhúng từ trạng thái không phản hồi trong quá trình khởi động sử dụng phần cứng khả trình độc lập theo điểm 1, trong đó:

tín hiệu mà khối nhận diện trạng thái tín hiệu sử dụng để xác định trạng thái khởi động thành công của hệ thống là sườn lên từ chân nhập/xuất thông dụng (general-purpose input/output – GPIO) của bộ xử lý trung tâm; đường kết nối giữa bộ xử lý trung tâm và bộ giám sát khả trình độc lập được lắp đặt một trở kéo lên để xác định trạng thái ban đầu là mức điện áp cao trước khi khởi động; khi khởi động, bộ xử lý trung tâm sẽ phải kéo điện áp ở chân tín hiệu này xuống mức thấp và đẩy lên mức cao sau khi kết thúc quá trình khởi động chương trình nền tảng để tạo một sườn lên thông báo trạng thái

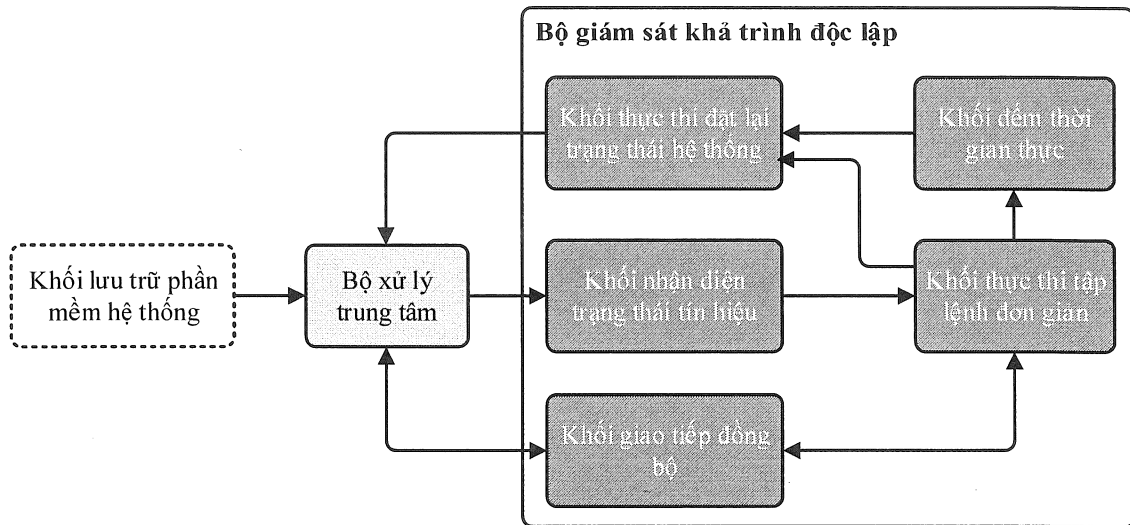
khởi động đến bộ giám sát khả trình độc lập; thời gian giữa lần kéo xuống thấp và đẩy lên cao có thể mở rộng không giới hạn nhưng tối thiểu là 100 chu kì máy.

3. Hệ thống tái khởi động hệ thống máy tính nhúng từ trạng thái không phản hồi trong quá trình khởi động sử dụng phần cứng khả trình độc lập theo điểm 1, trong đó:

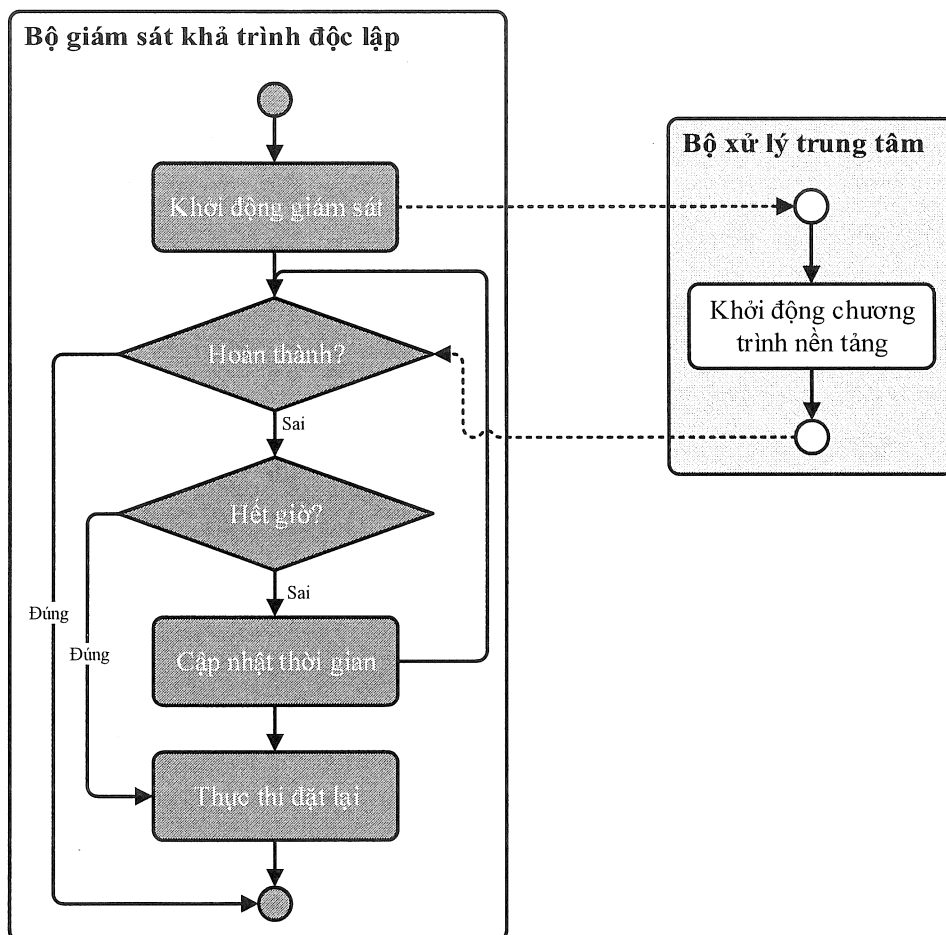
thông tin trao đổi trên đường truyền liên mạch tích hợp I²C là chuỗi các dữ liệu được đóng khung theo một cặp byte nhớ (16-bits); trong đó byte đầu chứa nội dung câu lệnh và byte tiếp theo là giá trị tương ứng với câu lệnh ở byte đầu.

4. Hệ thống tái khởi động hệ thống máy tính nhúng từ trạng thái không phản hồi trong quá trình khởi động sử dụng phần cứng khả trình độc lập theo điểm 1, trong đó

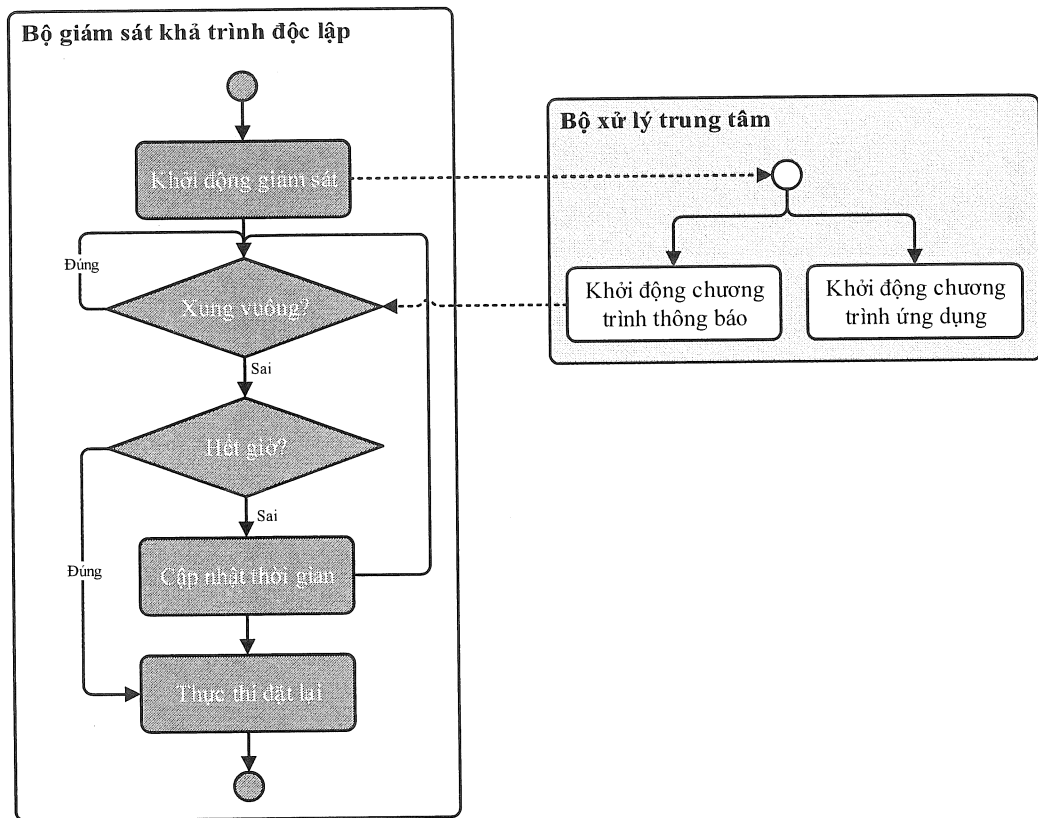
một thiết bị xử lý khả trình độc lập sẽ được tích hợp để giám sát khả năng khởi động và hoạt động của bộ xử lý trung tâm thông qua tín hiệu phản hồi; nếu vì nguyên nhân hoặc sự cố bất ngờ hoặc không xác định trước khiến bộ xử lý trung tâm không thể khởi động và thông báo trạng thái hoạt động bình thường đến bộ giám sát khả trình độc lập, khối giám sát này sẽ thu thập các thông tin về trạng thái hệ thống để có biện pháp đặt lại đưa khối xử lý trung tâm về trạng thái hoạt động bình thường.



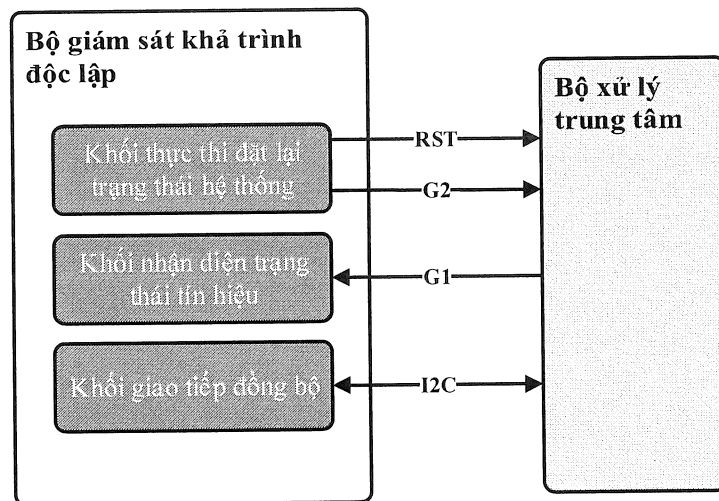
Hình 1



Hình 2



Hình 3



Hình 4