



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

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

(11)



1-0032966

(51)<sup>8</sup> H02P 21/05

(13) B

(21) 1-2018-02209

(22) 27/10/2016

(86) PCT/JP2016/081865 27/10/2016

(87) WO2017/073659 04/05/2017

(30) 2015-212695 29/10/2015 JP; 2016-000865 06/01/2016 JP; 2016-043398 07/03/2016 JP

(45) 25/08/2022 413

(43) 25/07/2018 364A

(73) DAIKIN INDUSTRIES, LTD. (JP)

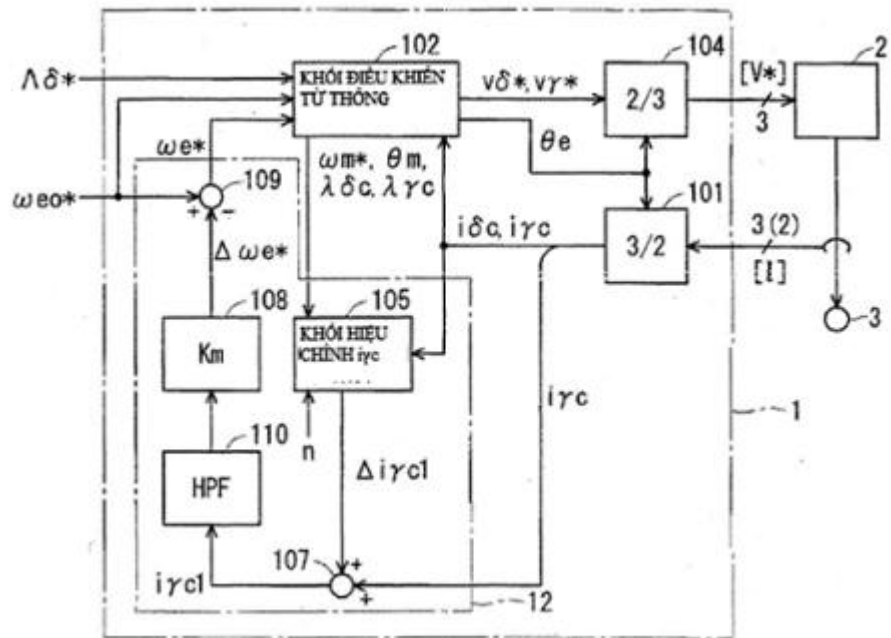
Umeda Center Building, 4-12, Nakazaki-Nishi 2-Chome, Kita-ku, Osaka-Shi, Osaka 5308323, Japan

(72) KITOU Minoru (JP); KITANO Nobuki (JP); KOBAYASHI Naoto (JP); HIBINO Hiroshi (JP); MATSUYAMA Ryou (JP).

(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)

(54) THIẾT BỊ HIỆU CHỈNH LỆNH TỐC ĐỘ

(57) Sáng chế đề xuất công nghệ điều khiển động cơ đồng bộ gồm trường và phản ứng. Gợn sóng của mômen xoắn dao động và/hoặc mômen xoắn đầu ra được giảm bằng cách hiệu chỉnh lệnh tốc độ quay trong khi phản ứng tính tuần hoàn của mômen xoắn. Bộ trừ (109) lấy lệnh tốc độ quay ( $\omega_{eo}^*$ ) trừ đi lượng hiệu chỉnh tốc độ góc ( $\Delta\omega_e^*$ ) để thu được lệnh tốc độ quay được hiệu chỉnh ( $\omega_e^*$ ). Bộ cộng (107) cộng giá trị hiệu chỉnh dòng điện trực thứ hai ( $\Delta i_{yc1}$ ) vào dòng điện trực ( $i_{yc}$ ) để thu được dòng điện trực thứ hai được hiệu chỉnh ( $i_{yc1}$ ). Khối trích rút gợn sóng góc (105a) thu thập, từ góc quay ( $\theta_m$ ) trên góc cơ của động cơ đồng bộ (3), hiệu số góc quay ( $\Delta\theta_m$ ) là thành phần gợn sóng của góc quay ( $\theta_m$ ). Khối trích rút thành phần bậc thứ (n) (105b) trích rút thành phần bậc thứ (ns) ( $\Delta\theta_{ms}(n)$ ) và ( $\Delta\theta_{mc}(n)$ ) của tần số cơ bản của góc quay  $\theta_m$  từ hiệu số góc quay  $\Delta\theta_m$ . Khối biến đổi mômen xoắn (105i) thu thập thành phần bậc thứ (ns) ( $\tau_{vs}(n)$ ) và ( $\tau_{vc}(n)$ ) của giá trị ước tính của mômen dao động ( $\tau_v$ ). Khối tính toán lượng hiệu chỉnh (105h) thu thập giá trị hiệu chỉnh dòng điện trực thứ hai ( $\Delta i_{yc1}$ ) sử dụng thành phần bậc thứ (ns) ( $\tau_{vs}(n)$ ) và ( $\tau_{vc}(n)$ ).



### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế đề cập đến công nghệ điều khiển động cơ đồng bộ gồm trường và phản ứng. Sáng chế đề cập, cụ thể là, đến công nghệ để điều khiển động cơ đồng bộ dựa trên từ thông sơ cấp, vốn là tổng hợp của từ thông dạng trường được tạo bởi trường và từ thông do phản ứng phản ứng được tạo bởi dòng điện phản ứng chạy qua động cơ đồng bộ.

### **Tình trạng kỹ thuật của sáng chế**

Các loại điều khiển khác nhau của động cơ đồng bộ dựa trên từ thông sơ cấp, được gọi là điều khiển từ thông sơ cấp, đã được đề xuất. Nói ngắn gọn, điều khiển từ thông sơ cấp là việc điều khiển từ thông sơ cấp của động cơ đồng bộ theo giá trị lệnh của nó (ở đây được gọi là “lệnh từ thông sơ cấp”) để điều khiển hiệu số pha (góc tải) của pha của từ thông sơ cấp từ pha của từ thông dạng trường sao cho hiệu số pha trở thành hiệu số pha định trước, chẳng hạn. Cụ thể là, giá trị lệnh của tốc độ quay (ở đây, “lệnh tốc độ quay”) của động cơ đồng bộ và lệnh từ thông sơ cấp được điều khiển để điều khiển điện áp được cấp cho động cơ đồng bộ, để nhờ đó điều khiển gián tiếp dòng điện chạy qua động cơ đồng bộ và, ngoài ra, mômen xoắn để có tốc độ quay mong muốn.

Bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 5494760 đề xuất công nghệ hiệu chỉnh độ lệch của góc tải từ hiệu số pha định trước. Bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 5556875 đề xuất công nghệ để tạo lệnh từ thông sơ cấp. Bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 2551132 đề xuất công nghệ để điều khiển dòng điện chạy qua động cơ đồng bộ sao cho dòng điện trở nên

không đổi. Bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 3874865 và công bố đơn quốc tế số WO 2003/071672 đề xuất công nghệ điều khiển mô men xoắn của động cơ đồng bộ.

Theo Bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 5494760, giá trị lệnh của tốc độ quay được hiệu chỉnh bằng cách sử dụng phần AC của thành phần của dòng điện chạy qua động cơ đồng bộ trong pha (tương ứng với trục yc ở hệ tọa độ quay) đi trước, một góc  $90^\circ$ , pha (tương ứng với trục dc trong hệ tọa độ quay) mà từ thông sơ cấp cần lấy để nhờ đó hiệu chỉnh độ lệch của góc tải khỏi hiệu số pha định trước. Tuy nhiên, không thực hiện hiệu chỉnh tập trung vào tính tuần hoàn của mômen xoắn tải của động cơ đồng bộ.

Bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản 3874865 tập trung vào tính tuần hoàn của mômen tải, nhưng không tham chiếu cụ thể đến việc áp dụng vào điều khiển từ thông sơ cấp.

### **Bản chất kỹ thuật của sáng chế**

Sáng chế được hiểu xét theo tình trạng kỹ thuật nêu trên, và mục đích của sáng chế là giảm gọn sóng của mômen xoắn dao động và/hoặc mômen xoắn đầu ra bằng cách hiệu chỉnh lệnh tốc độ quay trong khi phản ánh tính tuần hoàn của mômen xoắn trong điều khiển từ thông sơ cấp.

Thiết bị hiệu chỉnh lệnh tốc độ (12) theo sáng chế là thiết bị để hiệu chỉnh lệnh tốc độ quay ( $\omega_{eo}^*$ ) vốn là giá trị lệnh của tốc độ quay trên góc điện của động cơ đồng bộ (3) để điều khiển tải trọng chu kỳ ở phương pháp so khớp từ thông sơ cấp ( $\lambda_{dc}$ ,  $\lambda_{yc}$ ) với lệnh từ thông sơ cấp ( $\Lambda\delta^*$ ) trong trục thứ nhất (dc) dựa vào lệnh từ thông sơ cấp và lệnh tốc độ quay. Từ thông sơ cấp ( $\lambda_{dc}$ ,  $\lambda_{yc}$ ) ở đây là tổng hợp của từ thông được tạo bởi dòng

điện ([I]) chạy qua động cơ đồng bộ và từ thông dạng trường ( $\Lambda 0$ ) của động cơ đồng bộ. Trục thứ nhất dẫn từ thông dạng trường ( $\Lambda 0$ ) bởi độ lệch pha định trước.

Khía cạnh thứ nhất của thiết bị hiệu chỉnh lệnh tốc độ theo sáng chế gồm: bộ trừ thứ nhất (109) mà lệnh tốc độ quay ( $\omega_{eo}^*$ ) trừ lượng hiệu chỉnh tốc độ góc ( $\Delta\omega_e^*$ ) để thu được lệnh tốc độ quay được hiệu chỉnh ( $\omega_e^*$ ); bộ cộng (107) mà cộng giá trị hiệu chỉnh dòng điện trục thứ hai ( $\Delta i_{yc1}$ ) vào dòng điện trục thứ hai ( $i_{yc}$ ) vốn là thành phần của dòng điện ở trục thứ hai ( $y_c$ ) dẫn trục thứ nhất bởi góc điện  $90^\circ$  để thu được dòng điện trục thứ hai được hiệu chỉnh ( $i_{yc1}$ ); khối loại bỏ phần DC (Direct Current – dòng điện một chiều) (110) mà loại bỏ phần DC khỏi dòng điện trục thứ hai được hiệu chỉnh để thu thập lượng hiệu chỉnh tốc độ góc; khối trích rút gọn sóng góc (105a) mà thu thập, từ góc quay ( $\theta_m$ ) trên góc cơ của động cơ đồng bộ, hiệu số góc quay ( $\Delta\theta_m$ ) vốn là thành phần gọn sóng của góc quay trên tích phân thời gian ( $\omega_m \cdot t$ ) của giá trị trung bình của vận tốc góc của góc cơ; khối trích rút thành phần (105b) mà trích rút thành phần bậc thứ  $n$  ( $\Delta\theta_{ms}(n)$ ,  $\Delta\theta_{mc}(n)$ ) ( $n$  là số nguyên dương) của tần số cơ bản của góc quay ( $\theta_m$ ) từ hiệu số góc quay; khối biến đổi mômen xoắn (105i) mà biến đổi thành phần bậc thứ  $n$  thành thành phần bậc thứ  $n$  ( $\tau_{vs}(n)$ ,  $\tau_{vc}(n)$ ) của giá trị ước tính của mômen dao động ( $\tau_v$ ) của động cơ đồng bộ; và khối tính toán lượng hiệu chỉnh (105h) mà tiếp nhận, làm đầu vào, thành phần bậc thứ  $n$  của giá trị được ước tính, và thu thập giá trị hiệu chỉnh dòng điện trục thứ hai ( $\Delta i_{yc1}$ ) sử dụng đầu vào thành khối tính toán lượng hiệu chỉnh.

Khía cạnh thứ hai của thiết bị hiệu chỉnh lệnh tốc độ theo sáng chế gồm: bộ trừ thứ nhất (109) mà lệnh tốc độ quay ( $\omega_{eo}^*$ ) trừ lượng hiệu chỉnh tốc độ góc ( $\Delta\omega_e^*$ ) để thu được lệnh tốc độ quay được hiệu chỉnh ( $\omega_e^*$ ); bộ

cộng (107) mà cộng giá trị hiệu chỉnh dòng điện trực thứ hai ( $\Delta i_{yc1}$ ) vào dòng điện trực thứ hai ( $i_{yc}$ ) vốn là thành phần của dòng điện ở trực thứ hai ( $yc$ ) dẫn trực thứ nhất bởi góc điện  $90^\circ$  để thu được dòng điện trực thứ hai được hiệu chỉnh ( $i_{yc1}$ ); khối loại bỏ phần DC (110) mà loại bỏ phần DC khỏi dòng điện trực thứ hai được hiệu chỉnh để thu thập lượng hiệu chỉnh tốc độ góc; khối ước tính mômen xoắn đầu ra (105d) mà thu thập giá trị ước tính của mômen xoắn đầu ra ( $\tau_e$ ) của động cơ đồng bộ từ từ thông sơ cấp, dòng điện trực thứ nhất ( $i_{dc}$ ) vốn là thành phần của dòng điện ở trực thứ nhất, và dòng điện trực thứ hai; khối trích rút thành phần (105e) mà trích rút, từ giá trị được ước tính, thành phần bậc thứ  $n$  ( $\tau_{es}(n)$ ,  $\tau_{ec}(n)$ ) ( $n$  là số nguyên dương) của tần số cơ bản của góc quay ( $\theta_m$ ) làm góc cơ của động cơ đồng bộ; và khối tính toán lượng hiệu chỉnh (105h) mà nhận thành phần bậc thứ  $n$  làm đầu vào, và thu thập giá trị hiệu chỉnh dòng điện trực thứ hai ( $\Delta i_{yc1}$ ) sử dụng đầu vào thành khối tính toán lượng hiệu chỉnh.

Khía cạnh thứ ba của thiết bị hiệu chỉnh lệnh tốc độ theo sáng chế gồm: bộ trừ thứ nhất (109) mà lệnh tốc độ quay ( $\omega_{eo}^*$ ) trừ lượng hiệu chỉnh tốc độ góc ( $\Delta \omega_e^*$ ) để thu được lệnh tốc độ quay được hiệu chỉnh ( $\omega_e^*$ ); bộ cộng (107) mà cộng giá trị hiệu chỉnh dòng điện trực thứ hai ( $\Delta i_{yc1}$ ) vào dòng điện trực thứ hai ( $i_{yc}$ ) vốn là thành phần của dòng điện ở trực thứ hai ( $yc$ ) dẫn trực thứ nhất bởi góc điện  $90^\circ$  để thu được dòng điện trực thứ hai được hiệu chỉnh ( $i_{yc1}$ ); khối loại bỏ phần DC (110) mà loại bỏ phần DC khỏi dòng điện trực thứ hai được hiệu chỉnh để thu thập lượng hiệu chỉnh tốc độ góc; khối trích rút gọn sóng góc (105a) mà thu thập, từ góc quay ( $\theta_m$ ) trên góc cơ của động cơ đồng bộ, hiệu số góc quay ( $\Delta \theta_m$ ) vốn là thành phần gọn sóng của góc quay đến tích phân thời gian ( $\omega_{ma} \cdot t$ ) của giá trị trung bình của vận tốc góc của góc cơ; khối trích rút thành phần thứ nhất

(105b) mà trích rút thành phần bậc thứ  $n$  ( $\Delta\theta_{ms}(n)$ ,  $\Delta\theta_{mc}(n)$ ) ( $n$  là số nguyên dương) của tần số cơ bản của góc quay ( $\theta_m$ ) từ hiệu số góc quay; khối biến đổi mômen xoắn (105i) mà biến đổi thành phần bậc thứ  $n$  thành thành phần bậc thứ  $n$  ( $\tau_{vs}(n)$ ,  $\tau_{vc}(n)$ ) của giá trị ước tính của mômen dao động ( $\tau_v$ ) của động cơ đồng bộ; khối ước tính mômen xoắn đầu ra (105d) mà thu thập giá trị ước tính của mômen xoắn đầu ra ( $\tau_e$ ) của động cơ đồng bộ từ từ thông sơ cấp, dòng điện trực thứ nhất ( $i_{dc}$ ) vốn là thành phần của dòng điện trong trực thứ nhất, và dòng điện trực thứ hai; khối trích rút thành phần thứ hai (105e) mà trích rút thành phần bậc thứ  $n$  ( $\tau_{es}(n)$ ,  $\tau_{ec}(n)$ ) của tần số cơ bản từ giá trị ước tính của mômen xoắn đầu ra; khối chia theo tỷ lệ (105c, 105f) mà chia theo tỷ lệ thành phần bậc thứ  $n$  ( $\tau_{vs}(n)$ ,  $\tau_{vc}(n)$ ) thu được bởi khối biến đổi mômen xoắn và thành phần bậc thứ  $n$  ( $\tau_{es}(n)$ ,  $\tau_{ec}(n)$ ) được trích rút bởi khối trích rút thành phần thứ hai với tốc độ chia tỷ lệ định trước ( $K(n)/[1 - K(n)]$ ) để lần lượt thu thập giá trị thứ nhất và giá trị thứ hai; bộ cộng (105g) mà thu thập tổng của giá trị thứ nhất và giá trị thứ hai; và khối tính toán lượng hiệu chỉnh (105h) mà nhận tổng này làm đầu vào, và thu thập giá trị hiệu chỉnh dòng điện trực thứ hai ( $\Delta i_{yc1}$ ) sử dụng đầu vào thành khối tính toán lượng hiệu chỉnh.

Khía cạnh thứ tư của thiết bị hiệu chỉnh lệnh tốc độ theo sáng chế là khía cạnh thứ ba của nó mà trong đó khối trích rút thành phần thứ nhất (105b) trích rút, từ hiệu số góc quay ( $\Delta\theta_m$ ), thành phần triệt mômen xoắn dao động ( $\Delta\theta_{ms}(j)$ ,  $\Delta\theta_{mc}(j)$ ) vốn là thành phần cho ít nhất một bậc gồm thành phần bậc thứ nhất ( $\Delta\theta_{ms}(1)$ ,  $\Delta\theta_{mc}(1)$ ) của tần số cơ bản của góc quay ( $\theta_m$ ), khối trích rút thành phần thứ hai (105e) trích rút, từ giá trị ước tính của mômen xoắn đầu ra, thành phần ( $\tau_{es}(j)$ ,  $\tau_{ec}(j)$ ) cho bậc tương ứng với thành phần triệt mômen xoắn dao động, thiết bị hiệu chỉnh lệnh tốc độ

còn gồm khối trích rút thành phần thứ ba (105m) mà trích rút, từ giá trị được ước tính của mômen xoắn đầu ra, thành phần triệt mômen xoắn đầu ra ( $\tau_{es}(m)$ ,  $\tau_{ec}(m)$ ) vốn là thành phần cho ít nhất một bậc khác ngoài bậc tương ứng với thành phần triệt mômen xoắn dao động. Khối tính toán lượng hiệu chỉnh (105h) còn tiếp nhận thành phần triệt mômen xoắn đầu ra làm đầu vào, và thu thập giá trị hiệu chỉnh dòng điện trực thứ hai ( $\Delta i_{yc1}$ ) sử dụng đầu vào vào khối tính toán lượng hiệu chỉnh.

Các khía cạnh thứ năm và thứ bảy của thiết bị hiệu chỉnh lệnh tốc độ theo sáng chế mà mỗi khía cạnh là khía cạnh thứ ba của nó trong đó khối trích rút thành phần thứ nhất (105b) trích rút thành phần bậc thứ nhất ( $\Delta \theta_{ms}(1)$ ,  $\Delta \theta_{mc}(1)$ ) của tần số cơ bản của góc quay ( $\theta_m$ ). Khối biến đổi mômen xoắn (105i) biến đổi giá trị được trích rút bởi khối trích rút thành phần thứ nhất thành thành phần bậc thứ nhất ( $\tau_{vs}(1)$ ,  $\tau_{vc}(1)$ ) của giá trị ước tính của mômen dao động.

Khía cạnh thứ năm của thiết bị hiệu chỉnh lệnh tốc độ theo sáng chế còn gồm: khối trích rút thành phần bậc lẻ (105q) mà trích rút, từ giá trị ước tính của mômen xoắn đầu ra, thành phần triệt bậc lẻ mômen xoắn đầu ra ( $\tau_{es}(d)$ ,  $\tau_{ec}(d)$ ) vốn là thành phần cho ít nhất một bậc lẻ bằng hoặc lớn hơn bậc thứ 3 của tần số cơ bản; khối tạo lệnh mômen xoắn bậc lẻ (105r) mà thu thập giá trị lệnh ( $\tau_{es}^*(d)$ ,  $\tau_{ec}^*(d)$ ) của thành phần triệt bậc lẻ mômen xoắn đầu ra dựa vào thành phần bậc thứ nhất của tần số cơ bản của giá trị ước tính của mômen xoắn đầu ra; và bộ trừ (105s) mà thu thập hiệu số ( $\Delta \tau_{es}(d)$ ,  $\Delta \tau_{ec}(d)$ ) của thành phần triệt bậc lẻ mômen xoắn đầu ra từ giá trị lệnh.

Khối tính toán lượng hiệu chỉnh (105h) còn tiếp nhận hiệu số làm đầu vào, và thu thập giá trị hiệu chỉnh dòng điện trực thứ hai ( $\Delta i_{yc1}$ ) sử dụng đầu vào vào khối tính toán lượng hiệu chỉnh.



Khía cạnh thứ sáu của thiết bị hiệu chỉnh lệnh tốc độ theo sáng chế là khía cạnh thứ năm của nó còn gồm khối trích rút thành phần bậc chẵn (105p) mà trích rút, từ giá trị ước tính của mômen xoắn đầu ra, thành phần triệt bậc chẵn mômen xoắn đầu ra ( $\tau_{es}(e)$ ,  $\tau_{ec}(e)$ ) vốn là thành phần cho ít nhất một bậc chẵn của tần số cơ bản.

Khối tính toán lượng hiệu chỉnh (105h) còn tiếp nhận thành phần triệt bậc chẵn mômen xoắn đầu ra làm đầu vào, và thu thập giá trị hiệu chỉnh dòng điện trực thứ hai ( $\Delta i_{yc1}$ ) sử dụng đầu vào vào khối tính toán lượng hiệu chỉnh.

Ở khía cạnh thứ bảy của thiết bị hiệu chỉnh lệnh tốc độ theo sáng chế, thiết bị hiệu chỉnh lệnh tốc độ còn gồm: khối trích rút thành phần bậc chẵn (105p) mà trích rút, từ giá trị ước tính của mômen xoắn đầu ra, thành phần triệt bậc chẵn mômen xoắn đầu ra ( $\tau_{es}(e)$ ,  $\tau_{ec}(e)$ ) vốn là thành phần cho ít nhất một bậc chẵn của tần số cơ bản; khối tạo lệnh mômen xoắn bậc chẵn (105t) mà thu thập giá trị lệnh ( $\tau_{es}^*(e)$ ,  $\tau_{ec}^*(e)$ ) của thành phần triệt bậc chẵn mômen xoắn đầu ra dựa vào thành phần bậc thứ nhất của tần số cơ bản của giá trị ước tính của mômen xoắn đầu ra; và bộ trừ (105u) mà thu thập hiệu số ( $\Delta \tau_{es}(e)$ ,  $\Delta \tau_{ec}(e)$ ) của thành phần triệt bậc chẵn mômen xoắn đầu ra từ giá trị lệnh.

Khối tính toán lượng hiệu chỉnh (105h) còn tiếp nhận hiệu số làm đầu vào, và thu thập giá trị hiệu chỉnh dòng điện trực thứ hai ( $\Delta i_{yc1}$ ) sử dụng đầu vào vào khối tính toán lượng hiệu chỉnh.

Khía cạnh thứ tám của thiết bị hiệu chỉnh lệnh tốc độ theo sáng chế là khía cạnh thứ bảy của nó còn gồm khối trích rút thành phần bậc lẻ (105q) mà trích rút, từ giá trị ước tính của mômen xoắn đầu ra, thành phần triệt bậc lẻ mômen xoắn đầu ra ( $\tau_{es}(d)$ ,  $\tau_{ec}(d)$ ) vốn là thành phần cho ít nhất một

bậc lẻ của tần số cơ bản.

Khối tính toán lượng hiệu chỉnh (105h) còn tiếp nhận thành phần triệt bậc lẻ mômen xoắn đầu ra làm đầu vào, và thu thập giá trị hiệu chỉnh dòng điện trực thứ hai ( $\Delta i_{yc1}$ ) sử dụng đầu vào vào khối tính toán lượng hiệu chỉnh.

Khía cạnh thứ chín của thiết bị hiệu chỉnh lệnh tốc độ theo sáng chế là khía cạnh thứ bảy của nó còn gồm: khối trích rút thành phần bậc lẻ (105q) mà trích rút, từ giá trị ước tính của mômen xoắn đầu ra, thành phần triệt bậc lẻ mômen xoắn đầu ra ( $\tau_{es}(d)$ ,  $\tau_{ec}(d)$ ) vốn là thành phần cho ít nhất một bậc lẻ bằng hoặc lớn hơn bậc thứ ba của tần số cơ bản; khối tạo lệnh mômen xoắn bậc lẻ (105r) mà thu thập giá trị lệnh ( $\tau_{es}^*(d)$ ,  $\tau_{ec}^*(d)$ ) của thành phần triệt bậc lẻ mômen xoắn đầu ra dựa vào thành phần bậc thứ nhất của tần số cơ bản của giá trị ước tính của mômen xoắn đầu ra; và bộ trừ (105s) mà thu thập hiệu số thứ hai ( $\Delta \tau_{es}(d)$ ,  $\Delta \tau_{ec}(d)$ ) của thành phần triệt bậc lẻ mômen xoắn đầu ra từ giá trị lệnh.

Khối tính toán lượng hiệu chỉnh (105h) còn tiếp nhận hiệu số thứ hai làm đầu vào, và thu thập giá trị hiệu chỉnh dòng điện trực thứ hai ( $\Delta i_{yc1}$ ) sử dụng đầu vào vào khối tính toán lượng hiệu chỉnh.

Khía cạnh thứ mười của thiết bị hiệu chỉnh lệnh tốc độ theo sáng chế là khía cạnh bất kỳ của khía cạnh thứ bảy, thứ tám, và thứ chín của nó trong đó khối tạo lệnh mômen xoắn bậc chẵn (105t) thu thập giá trị lệnh ( $\tau_{es}^*(e)$ ,  $\tau_{ec}^*(e)$ ) của thành phần triệt bậc chẵn mômen xoắn đầu ra dựa vào thành phần bậc thứ nhất và thành phần bậc 0 ( $\tau_e(0)$ ) của tần số cơ bản của giá trị ước tính của mômen xoắn đầu ra.

Trong mỗi khía cạnh trong các khía cạnh từ thứ nhất đến thứ mười, tốt hơn là khối tính toán lượng hiệu chỉnh (105h) thu thập, như là hệ số của

chuỗi Fourier, giá trị thu được bởi thực hiện điều khiển tích phân tỷ lệ trên đầu vào vào khối tính toán lượng hiệu chỉnh, và thu thập giá trị hiệu chỉnh dòng điện trực thứ hai từ kết quả của các chuỗi Fourier.

Thiết bị tạo lệnh từ thông sơ cấp (103) theo sáng chế là thiết bị tạo lệnh từ thông sơ cấp để xuất ra lệnh từ thông sơ cấp ( $\Lambda\delta^*$ ) được sử dụng trong phương pháp cùng với lệnh tốc độ quay ( $\omega e^*$ ) được hiệu chỉnh bởi thiết bị hiệu chỉnh lệnh tốc độ (12) nêu trên, và gồm: khối trích rút thành phần thứ tư (103a) mà trích rút thành phần bậc 0 của tham số để thiết lập mômen xoắn đầu ra ( $\tau e$ ) của động cơ đồng bộ (3); khối trích rút thành phần thứ năm (103b) mà trích rút thành phần bậc thứ n của tham số; khối tính toán giá trị tổng hợp (103c) mà thu thập giá trị tổng hợp của thành phần bậc thứ n của tham số; bộ cộng thứ hai (103d) mà thu thập tổng của thành phần bậc 0 của tham số và thành phần bậc thứ n của tham số; và khối thiết lập lệnh từ thông (103e) mà thiết lập lệnh từ thông sơ cấp dựa vào tổng thu được bởi bộ cộng thứ hai, dòng điện ( $[I]$ ), từ thông dạng trường ( $\Lambda 0$ ), và điện cảm ( $L_d, L_q$ ) của động cơ đồng bộ.

Như là tham số, dòng bất kỳ trong dòng điện trực thứ nhất ( $i_{dc}$ ) vốn là thành phần của dòng điện trong trực thứ nhất, dòng điện trực thứ hai ( $i_{yc}$ ), và góc tải ( $\varphi$ ) vốn là hiệu số pha của pha của từ thông sơ cấp ( $\lambda_{dc}, \lambda_{yc}$ ) từ pha của từ thông dạng trường ( $\Lambda 0$ ) có thể được sử dụng. Theo cách khác, chính mômen xoắn đầu ra có thể được sử dụng thay cho tham số.

Theo khía cạnh thứ nhất của thiết bị hiệu chỉnh lệnh tốc độ theo sáng chế, mômen xoắn dao động của động cơ đồng bộ bị giới hạn.

Theo khía cạnh thứ hai của thiết bị hiệu chỉnh lệnh tốc độ theo sáng chế, gợn sóng của mômen xoắn đầu ra của động cơ đồng bộ bị triệt.

Theo các khía cạnh thứ ba và thứ tư của thiết bị hiệu chỉnh lệnh tốc độ

theo sáng chế, việc triệt mômen xoắn dao động của động cơ đồng bộ và việc triệt gợn sóng của mômen xoắn đầu ra được chia tỷ lệ.

Theo các khía cạnh từ thứ năm đến thứ mười của thiết bị hiệu chỉnh lệnh tốc độ theo sáng chế, giá trị đỉnh của dòng điện chạy qua động cơ đồng bộ bị triệt.

Theo các khía cạnh thứ sáu và thứ tám của thiết bị hiệu chỉnh lệnh tốc độ theo sáng chế, việc triệt thành phần sóng cơ bản của mômen xoắn dao động của động cơ đồng bộ không bị hư hại.

Theo thiết bị tạo lệnh từ thông sơ cấp theo sáng chế, lệnh từ thông sơ cấp thích hợp cho thiết bị hiệu chỉnh lệnh tốc độ theo các khía cạnh từ thứ nhất đến thứ ba được tạo.

Các mục đích, các dấu hiệu, các khía cạnh, và các ưu điểm của sáng chế sẽ trở nên rõ ràng hơn từ phần mô tả chi tiết dưới đây và ác hình vẽ đi kèm.

### **Mô tả vắn tắt các hình vẽ**

Fig.1 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của thiết bị điều khiển động cơ theo phương án thực hiện thứ nhất và các thiết bị ngoại vi của nó;

Fig.2 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của khối hiệu chỉnh dòng điện trực ực;

Fig.3 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của khối trích rút gợn sóng góc;

Fig.4 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của khối tính toán;

Fig.5 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của khối ước tính mômen xoắn đầu ra;

Fig.6 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của khối tính toán lượng hiệu chỉnh;

Fig.7 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của bộ điều khiển PI;

Fig.8 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của bộ điều khiển PI;

Fig.9 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của khối hiệu chỉnh dòng điện trực ực theo phương án thực hiện thứ hai;

Fig.10 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của khối tính toán lượng hiệu chỉnh theo phương án thực hiện thứ hai;

Fig.11 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của khối hiệu chỉnh dòng điện trực ực theo phương án thực hiện thứ ba;

Fig.12 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của khối tính toán lượng hiệu chỉnh theo phương án thực hiện thứ ba;

Fig.13 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của khối tạo lệnh mômen xoắn bậc lẻ theo phương án thực hiện thứ ba.

Fig.14 là biểu đồ thể hiện ví dụ thứ nhất của các dạng sóng của các thành phần bậc lẻ của mômen xoắn đầu ra theo phương án thực hiện thứ ba;

Fig.15 là biểu đồ thể hiện ví dụ thứ nhất của dạng sóng của tổng các thành phần bậc lẻ của mômen xoắn đầu ra theo phương án thực hiện thứ ba;

Fig.16 là biểu đồ thể hiện ví dụ thứ hai của các dạng sóng của các thành phần bậc lẻ của mômen xoắn đầu ra theo phương án thực hiện thứ ba;

Fig.17 là biểu đồ thể hiện ví dụ thứ hai của dạng sóng của tổng của các thành phần bậc lẻ của mômen xoắn đầu ra theo phương án thực hiện thứ ba;

Fig.18 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của khối hiệu chỉnh dòng điện trực ực được sử dụng theo phương án thực hiện thứ tư;

Fig.19 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của khối tính toán lượng hiệu chỉnh theo phương án thực hiện thứ tư;

Fig.20 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của khối hiệu chỉnh dòng điện trực ực được sử dụng theo phương án thực hiện thứ năm;

Fig.21 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của khối tính toán lượng hiệu

chỉnh theo phương án thực hiện thứ năm;

Fig.22 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của khối tạo lệnh mômen xoắn bậc chẵn theo phương án thực hiện thứ năm;

Fig.23 là biểu đồ thể hiện các thành phần của mômen xoắn đầu ra theo phương án thực hiện thứ năm;

Fig.24 là sơ đồ thể hiện giới hạn trên của độ lớn của thành phần bậc thứ hai của mômen xoắn đầu ra;

Fig.25 là sơ đồ khối minh họa ví dụ khác của cấu hình của khối tạo lệnh mômen xoắn bậc chẵn theo phương án thực hiện thứ năm;

Fig.26 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của khối hiệu chỉnh dòng điện trực ực được sử dụng theo phương án thực hiện thứ sáu;

Fig.27 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của khối tính toán lượng hiệu chỉnh theo phương án thực hiện thứ sáu;

Fig.28 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của khối hiệu chỉnh dòng điện trực ực được sử dụng theo phương án thực hiện thứ bảy;

Fig.29 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của khối tính toán lượng hiệu chỉnh theo phương án thực hiện thứ bảy;

Fig.30 là biểu đồ thể hiện các thành phần của mômen xoắn đầu ra theo phương án thực hiện thứ bảy;

Fig.31 là biểu đồ thể hiện giới hạn trên của độ lớn của thành phần bậc thứ hai của mômen xoắn đầu ra;

Fig.32 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của thiết bị tạo lệnh từ thông sơ cấp được sử dụng trong thiết bị điều khiển động cơ theo phương án thực hiện thứ tám;

Fig.33 là sơ đồ thể hiện sự phụ thuộc của lệnh từ thông sơ cấp trên dòng điện trực ực được hiệu chỉnh thứ hai;

Fig.34 là đồ thị Bode thể hiện đặc tính truyền của khối tính toán;

Fig.35 là sơ đồ khối minh họa cải biến của cấu hình của thiết bị tạo lệnh từ thông sơ cấp được sử dụng trong thiết bị điều khiển động cơ theo phương án thực hiện thứ tám;

Fig.36 là sơ đồ thể hiện sự phụ thuộc của lệnh từ thông sơ cấp trên mômen xoắn đầu ra sau khi hiệu chỉnh;

Fig.37 là sơ đồ khối minh họa cải biến của cấu hình của thiết bị tạo lệnh từ thông sơ cấp được sử dụng trong thiết bị điều khiển động cơ theo phương án thực hiện thứ tám;

Fig.38 là sơ đồ thể hiện sự phụ thuộc của lệnh từ thông sơ cấp trên dòng điện trục  $d$  sau khi hiệu chỉnh;

Fig.39 là sơ đồ khối minh họa cải biến của cấu hình của thiết bị tạo lệnh từ thông sơ cấp được sử dụng trong thiết bị điều khiển động cơ theo phương án thực hiện thứ tám;

Fig.40 là sơ đồ thể hiện sự phụ thuộc của lệnh từ thông sơ cấp trên góc tải sau khi hiệu chỉnh; và

Fig.41 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của cải biến của thiết bị điều khiển động cơ và các thiết bị ngoại vi của nó.

### **Mô tả chi tiết sáng chế**

Phương án thực hiện thứ nhất

Fig.1 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của thiết bị điều khiển động cơ 1 theo phương án thực hiện thứ nhất và các thiết bị ngoại vi của nó.

Động cơ đồng bộ 3 là động cơ quay ba pha, và gồm phần ứng (không được minh họa trên hình vẽ) và rôto (không được minh họa trên hình vẽ) như là trường. Theo giải pháp kỹ thuật đã biết phần ứng gồm phần ứng

winding, và rôto quay tương đối với phần ứng. Trường gồm, chẳng hạn, nam châm (nam châm tạo trường: không được minh họa trên hình vẽ) tạo từ thông dạng trường, và thuộc loại nam châm nhúng, chẳng hạn.

Bộ cấp điện áp 2 gồm, chẳng hạn, bộ đảo điện áp điều khiển và khối điều khiển cho nó, và cấp điện áp ba pha cho động cơ đồng bộ 3 dựa vào giá trị lệnh điện áp ba pha  $[V^*]$  (ký hiệu  $[]$  chỉ báo rằng giá trị này là vector). Điều này cho phép dòng điện ba pha  $[I]$  chảy từ bộ cấp điện áp 2 đến động cơ đồng bộ 3.

Thiết bị điều khiển động cơ 1 điều khiển từ thông sơ cấp và tốc độ quay (tốc độ góc quay ở ví dụ sau) của động cơ đồng bộ 3. Từ thông sơ cấp là tổng hợp của từ thông dạng trường  $\Lambda_0$  được tạo bởi nam châm tạo trường và từ thông do phản ứng phần ứng được tạo bởi dòng điện phần ứng (đây cũng là dòng điện ba pha  $[I]$ ) chạy qua động cơ đồng bộ 3 (cụ thể hơn là, thông qua phần ứng). Lệnh từ thông sơ cấp  $\Lambda\delta^*$  là giá trị lệnh của độ lớn  $\Lambda\delta$  của từ thông sơ cấp thực.

Thiết bị điều khiển động cơ 1 thực hiện điều khiển ở phương pháp so khớp từ thông sơ cấp của động cơ đồng bộ 3 với lệnh từ thông sơ cấp  $\Lambda\delta^*$  ở trục  $d_c$ , vốn là trục điều khiển của từ thông sơ cấp, để điều khiển động cơ đồng bộ 3. Trục  $d_c$  dẫn đến trục  $d$ , chỉ báo pha của từ thông dạng trường  $\Lambda_0$  trong hệ tọa độ quay, bởi độ lệch pha định trước. Từ thông sơ cấp thực có thành phần trục  $d_c$   $\lambda_{d_c}$  trong trục  $d_c$  và thành phần trục  $q_c$   $\lambda_{q_c}$  trong trục  $q_c$ . Trục  $q_c$  dẫn đến trục  $d_c$  bởi góc điện  $90^\circ$ . Thành phần trục  $d_c$   $\lambda_{d_c}$  và thành phần trục  $q_c$   $\lambda_{q_c}$  ở đây cũng được biểu diễn đơn giản như là các từ thông sơ cấp  $\lambda_{d_c}$  và  $\lambda_{q_c}$ .

Như đối với giá trị lệnh của từ thông sơ cấp, thành phần trục  $q_c$  bằng 0 và thành phần trục  $d_c$  thường được thiết lập về lệnh từ thông sơ cấp  $\Lambda\delta^*$



như được nêu trên. Điều này nghĩa là thiết bị điều khiển động cơ 1 thực hiện điều khiển sao cho thành phần trực  $\gamma_c$  của từ thông sơ cấp thực bằng 0 để thu thập hiệu số pha định trước. Điều khiển này thường được gọi là điều khiển từ thông sơ cấp, và được thể hiện trong đã được biết trong Bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 5494760 và 5556875, chẳng hạn. Từ thông sơ cấp và tốc độ quay thường được sử dụng làm các lượng điều khiển được trong điều khiển từ thông sơ cấp.

Theo phương án thực hiện, từ thông sơ cấp có thể là giá trị được ước tính hoặc giá trị được quan sát. Kỹ thuật ước tính chính từ thông sơ cấp đã được biết, chẳng hạn, trong Bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 5494760.

Thiết bị điều khiển động cơ 1 gồm khối biến đổi tọa độ thứ nhất 101, khối điều khiển từ thông 102, khối biến đổi tọa độ thứ hai 104, và thiết bị hiệu chỉnh lệnh tốc độ 12.

Khối biến đổi tọa độ thứ nhất 101 thực hiện biến đổi ba pha sang hai pha dựa trên góc điện  $\theta_e$  của động cơ đồng bộ 3 thu được như đã nêu dưới đây. Cụ thể là, khối biến đổi tọa độ thứ nhất 101 biến đổi dòng điện ba pha [I] thành dòng điện trực  $\delta_c$  i $\delta_c$  và dòng điện trực  $\gamma_c$  i $\gamma_c$  trong hệ tọa độ quay  $\delta_c$ - $\gamma_c$  trong đó thực hiện điều khiển từ thông sơ cấp. Trong trường hợp này, tổng dòng điện ba pha của dòng điện ba pha bằng 0, và do vậy, nếu các dòng điện hai pha thu được, dòng điện của pha còn lại được ước tính từ các dòng điện hai pha. Như nêu trên, “3(2)” trên Fig.1 chỉ báo rằng các dòng điện được dò có thể là các dòng điện ba pha hoặc các dòng điện hai pha. Có thể nói rằng dòng điện trực  $\delta_c$  i $\delta_c$  và dòng điện trực  $\gamma_c$  i $\gamma_c$  lần lượt là thành phần trực  $\delta_c$  và thành phần trực  $\gamma_c$  của dòng điện chạy qua động cơ đồng bộ 3.

Khối biến đổi tọa độ thứ hai 104 thực hiện biến đổi hai pha sang ba pha dựa trên góc điện  $\theta_e$ . Cụ thể là, khối biến đổi tọa độ thứ hai 104 biến đổi giá trị lệnh điện áp trục  $\delta c v\delta^*$  và giá trị lệnh điện áp trục  $\gamma c v\gamma^*$  trong hệ tọa độ quay  $\delta c - \gamma c$  thành giá trị lệnh điện áp ba pha  $[V^*]$ .

Khối biến đổi tọa độ thứ hai 104 có thể biến đổi giá trị lệnh điện áp trục  $\delta c v\delta^*$  và giá trị lệnh điện áp trục  $\gamma c v\gamma^*$  thành giá trị lệnh điện áp trong hệ tọa độ khác, như hệ tọa độ quay d-q, thay cho giá trị lệnh điện áp ba pha  $[V^*]$ . Các ví dụ của hệ thống tọa độ còn lại gồm hệ tọa độ cố định  $\alpha\beta$ , hệ tọa độ cố định uvw, và hệ tọa độ cực.

Khối điều khiển từ thông 102 thu thập, từ lệnh tốc độ quay  $\omega_{eo}^*$  (trên góc điện), lệnh tốc độ quay  $\omega_m^*$  (trên góc cơ) tương ứng với nó. Chức năng này có thể dễ đạt được nhờ công nghệ đã biết, và do vậy các chi tiết của nó bị bỏ qua.

Khối điều khiển từ thông 102 có chức năng tích hợp, chẳng hạn. Lệnh tốc độ quay  $\omega_e^*$  được tích hợp bởi chức năng tích hợp để thu thập góc điện  $\theta_e$ . Từ góc điện  $\theta_e$  thu được và góc tải  $\varphi$  đến trục d của từ thông sơ cấp, góc quay  $\theta_m$  là góc cơ có thể thu được bởi phương trình (1). Lưu ý rằng số cặp cực P của động cơ đồng bộ 3 được đưa vào.

$$\theta_m = \frac{1}{P}(\theta_e - \varphi) \cdots (1)$$

Góc tải  $\varphi$  có thể là giá trị được ước tính hoặc giá trị được quan sát. Kỹ thuật ước tính chính góc tải  $\varphi$  cũng được biết, chẳng hạn, trong Bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 5494760. Công nghệ được biết bất kỳ khác ngoài phương trình (1) có thể được sử dụng như là phương pháp thu thập góc quay  $\theta_m$ .

Khối điều khiển từ thông 102 cũng tạo giá trị lệnh điện áp trục  $\delta c v\delta^*$  và giá trị lệnh điện áp trục  $\gamma c v\gamma^*$  dựa vào dòng điện trục  $\delta c i\delta c$ , dòng điện trục

ực  $i_{yc}$ , các từ thông sơ cấp  $\lambda_{dc}$  và  $\lambda_{yc}$ , lệnh từ thông sơ cấp  $\Lambda\delta^*$ , và lệnh tốc độ quay  $\omega e^*$ . Chức năng, cấu hình để đạt chức năng, và kỹ thuật ước tính các từ thông sơ cấp  $\lambda_{dc}$  và  $\lambda_{yc}$  đã được biết, chẳng hạn, trong Bảng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 5494760, và do vậy các chi tiết của nó được bỏ qua ở đây.

Thiết bị hiệu chỉnh lệnh tốc độ 12 gồm khối hiệu chỉnh dòng điện trực ực 105 (“khối hiệu chỉnh ực” trên Fig.1), bộ cộng 107, bộ trừ 109, và bộ lọc thông cao 110.

Khối hiệu chỉnh dòng điện trực ực 105 thu thập giá trị hiệu chỉnh dòng điện trực ực thứ nhất  $\Delta i_{yc1}$  dựa vào góc quay  $\theta_m$ , lệnh tốc độ quay  $\omega_m^*$ , các từ thông sơ cấp  $\lambda_{dc}$  và  $\lambda_{yc}$ , dòng điện trực  $i_{dc}$ , dòng điện trực ực  $i_{yc}$ , và bậc  $n$ . Giá trị hiệu chỉnh dòng điện trực ực thứ nhất  $\Delta i_{yc1}$  là lượng để giảm thành phần bậc thứ  $n$  ( $n$  là số nguyên dương) của tần số cơ bản của góc quay  $\theta_m$ , và ý nghĩa cụ thể của nó và cách thu thập giá trị hiệu chỉnh dòng điện trực ực thứ nhất  $\Delta i_{yc1}$  sẽ được mô tả dưới đây.

Bộ cộng 107 cộng giá trị hiệu chỉnh dòng điện trực ực thứ nhất  $\Delta i_{yc1}$  vào dòng điện trực ực  $i_{yc}$  để thu thập dòng điện trực ực được hiệu chỉnh thứ nhất  $i_{yc1}$ . Bộ lọc thông cao 110 có chức năng như là khối loại bỏ phần DC mà loại bỏ phần DC khỏi dòng điện trực ực được hiệu chỉnh thứ nhất  $i_{yc1}$  để thu thập lượng hiệu chỉnh tốc độ góc  $\Delta\omega e^*$ . Thiết bị hiệu chỉnh lệnh tốc độ 12 có thể còn gồm khối nhân hằng số 108 như được minh họa, và lượng hiệu chỉnh tốc độ góc  $\Delta\omega e^*$  có thể thu được dưới dạng lượng thu được bằng cách nhân đầu ra của bộ lọc thông cao 110 với độ khuếch đại định trước  $K_m$  sử dụng khối nhân hằng số 108.

Bộ trừ 109 lấy lệnh tốc độ quay  $\omega_{eo}^*$  trừ đi lượng hiệu chỉnh tốc độ góc  $\Delta\omega e^*$  trên góc điện để thu được lệnh tốc độ quay được hiệu chỉnh  $\omega e^*$ .

Fig.2 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của khối hiệu chỉnh dòng điện trực ực 105. Khối hiệu chỉnh dòng điện trực ực 105 gồm khối trích rút mômen xoắn dao động 105A, khối trích rút mômen xoắn đầu ra 105B, bộ cộng 105g, và khối tính toán lượng hiệu chỉnh 105h.

Khối trích rút mômen xoắn dao động 105A gồm khối trích rút gọn sóng góc 105a, khối trích rút thành phần bậc thứ n 105b, khối biến đổi mômen xoắn 105i, và khối nhân hệ số chia tỷ lệ 105c.

Khối trích rút gọn sóng góc 105a thu thập hiệu số góc quay  $\Delta\theta_m$  từ góc quay  $\theta_m$  và lệnh tốc độ quay  $\omega_m^*$ . Khối trích rút thành phần bậc thứ n 105b trích rút thành phần bậc thứ ns  $\Delta\theta_{ms}(n)$  và  $\Delta\theta_{mc}(n)$  của tần số cơ bản của góc quay  $\theta_m$  từ hiệu số góc quay  $\Delta\theta_m$ . Khối biến đổi mômen xoắn 105i biến đổi thành phần bậc thứ ns  $\Delta\theta_{ms}(n)$  và  $\Delta\theta_{mc}(n)$  thành mômen xoắn. Cụ thể là, khối biến đổi mômen xoắn 105i thu thập thành phần bậc thứ ns  $\tau_{vs}(n)$  và  $\tau_{vc}(n)$  của giá trị ước tính của mômen dao động  $\tau_v$  của động cơ đồng bộ 3 ở góc quay  $\theta_m$ . Mômen xoắn dao động  $\tau_v$  và giá trị được ước tính của nó mà mỗi mômen được biểu diễn như là “mômen xoắn dao động  $\tau_v$ ” để thuận tiện như là hiệu số giữa giá trị được ước tính và giá trị thực của mômen xoắn dao động  $\tau_v$  không liên quan ở đây.

Mômen xoắn dao động  $\tau_v$  có giá trị thu được bằng cách lấy mômen xoắn đầu ra  $\tau_e$  của động cơ đồng bộ 3 trừ đi mômen xoắn tải  $\tau_d$  của tải cơ học (không được minh họa trên hình vẽ) được điều khiển bởi động cơ đồng bộ 3. Mômen xoắn tải  $\tau_d$  có tính chu kỳ, tức là, động cơ đồng bộ 3 điều khiển tải trọng chu kỳ. Ví dụ về tải cơ học gồm cơ cấu nén để nén môi chất lạnh được sử dụng trong điều hòa nhiệt độ, chẳng hạn.

Khi động cơ đồng bộ 3 đang quay, góc quay  $\theta_m$  được biểu diễn dưới dạng hàm  $\theta_m(t)$  của thời gian t. Do vậy, khi mômen quán tính của tải cơ

học được biểu diễn như là  $J$ , phương trình (2) đúng. Mômen quán tính  $J$  thường đã được biết.

$$\tau_v = \tau_e - \tau_d = J \cdot \frac{d^2}{dt^2} \theta_m(t) \dots (2)$$

Hiệu quả của tải cơ học lên góc quay  $\theta_m$  trên  $1/n$  vòng ( $n = 1, 2, 3, \dots$ ) của động cơ đồng bộ 3 được xem ở đây. Mômen xoắn dao động  $\tau_v$  có thành phần (“thành phần bậc thứ  $n$ ” nêu trên) biến thiên theo chu kỳ  $1/n$  của chu kỳ của góc quay  $\theta_m$ , và có biên độ động lập với nhau. Chẳng hạn, biên độ chính là biên độ của thành phần bậc thứ nhất tương ứng với phương trình  $n = 1$  khi tải cơ học là bộ nén một xy lanh, và là biên độ của thành phần bậc 2 tương ứng với phương trình  $n = 2$  khi tải cơ học là bộ nén hai xy lanh. Góc quay  $\theta_m(t)$  được tính xấp xỉ bằng phương trình (3) bằng cách đưa vào giá trị trung bình của tốc độ góc (ở đây được gọi là “tốc độ góc trung bình”)  $\omega_{ma}$ , và biên độ  $M(n)$  và pha  $\alpha(n)$  cho mỗi bậc. Ký hiệu  $\Sigma$  ở đây chỉ báo tổng cho bậc  $n$ .

$$\theta_m(t) = \omega_{ma} \cdot t + \Sigma[M(n) \cdot \sin(n \cdot \omega_{ma} \cdot t + \alpha(n))] \dots (3)$$

Phương trình (4) đúng từ phương trình (3).

$$\frac{d^2}{dt^2} \theta_m(t) = -\omega_{ma}^2 \cdot \Sigma[M(n) \cdot n^2 \cdot \sin(n \cdot \omega_{ma} \cdot t + \alpha(n))] \dots (4)$$

Phương trình (5) đúng từ các phương trình (2) và (4).

$$\begin{aligned} \tau_v &= J \cdot (-\omega_{ma}^2) \cdot \Sigma[n^2 \cdot \Delta\theta_m], \Delta\theta_m = \theta_m(t) - \theta_{mf} \\ \theta_{mf} &= \omega_{ma} \cdot t \end{aligned} \dots (5)$$

Có thể nói rằng số hạng thứ nhất  $\omega_{ma} \cdot t$  của phía tay phải của phương trình (3) là tích phân thời gian của tốc độ góc trung bình  $\omega_{ma}$ . Nếu góc quay  $\theta_m$  được biểu diễn chỉ bằng số hạng thứ nhất của bên tay phải của phương trình (3) (tức là, phương trình  $M(n) = 0$  đúng cho mọi bậc  $n$ ), nó là trường hợp trong đó động cơ đồng bộ 3 quay lệnh tốc độ quay  $\omega_m^*$ , và tốc

độ góc trung bình  $\omega_m$  trở nên không đổi bởi lệnh tốc độ quay  $\omega_m^*$ . Góc  $\theta_{mf}$  trong trường hợp này là góc quay  $\theta_m$  khi động cơ đồng bộ 3 quay ở tốc độ không đổi bởi lệnh tốc độ quay  $\omega_m^*$  (ở thời gian chuyển động quay với tốc độ không đổi). Điều này cho phép góc  $\theta_{mf}$  thu được như là tích của lệnh tốc độ quay  $\omega_m^*$  và thời gian  $t$ , và, khi thời gian  $t$  thu được, để thu thập hiệu số góc quay  $\Delta\theta_m$ .

Fig.3 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của khối trích rút gọn sóng góc 105a cùng với khối trích rút thành phần bậc thứ  $n$  105b và khối biến đổi mômen xoắn 105i. Khối trích rút gọn sóng góc 105a gồm khối tính toán 11a và bộ trừ 11b. Khối tính toán 11a thu thập góc  $\theta_{mf}$  từ góc quay  $\theta_m$ . Bộ trừ 11b lấy góc quay  $\theta_m$  trừ góc  $\theta_{mf}$  để thu thập hiệu số góc quay  $\Delta\theta_m$ . Hiệu số góc quay  $\Delta\theta_m$  tương ứng với số hạng thứ hai của bên tay phải của phương trình (3), và có thể nói rằng hiệu số góc quay  $\Delta\theta_m$  là thành phần gọn sóng của góc quay. Điều này nghĩa là khối trích rút gọn sóng góc 105a trích rút, từ góc quay  $\theta_m$ , thành phần gọn sóng của góc quay  $\theta_m$  ở thời gian của chuyển động quay tốc độ không đổi của động cơ đồng bộ 3.

Lưu ý rằng thời gian  $t$  không thu được riêng rẽ trong ví dụ cấu hình nêu trên. Ví dụ về kỹ thuật thu thập góc  $\theta_{mf}$  mà không sử dụng thời gian  $t$  được mô tả dưới đây.

Fig.4 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của khối tính toán 11a. Khối tính toán 11a gồm bộ trừ 111, các bộ cộng 112, 115, và 117, các bộ chia 113 và 116, và các bộ trễ 114 và 118.

Bộ trừ 111 lấy góc quay  $\theta_m$  trừ đi đầu ra của bộ trễ 118 để thu thập giá trị  $\omega_{th}$ . Bộ cộng 112 cộng đầu ra của bộ trễ 114 vào giá trị  $\omega_{th}$  để thu thập tổng  $u$ . Bộ chia 113 chia tổng  $u$  cho hằng số  $A$ . Bộ cộng 115 cộng giá trị  $\omega_{th}$  và kết quả phân chia được thực hiện bởi bộ chia 113. Bộ chia 116 chia

kết quả của phép cộng được thực hiện bởi bộ cộng 115 cho hằng số B. Bộ cộng 117 cộng đầu ra của bộ trễ 118 và kết quả của phép chia được thực hiện bởi bộ chia 116. Góc  $\theta_{mf}$  có thể được thu thập như là kết quả của phép cộng được thực hiện bởi bộ cộng 117. Bộ trễ 114 làm trễ tổng  $u$ , và bộ trễ 118 làm trễ góc  $\theta_{mf}$  theo thời gian tương tự. Trường hợp trong đó các bộ trễ 114 và 118 sử dụng một chu kỳ tính toán được thực hiện bởi khối tính toán 11a như là lượng trễ ở đây được thể hiện dưới dạng ví dụ.

Phép tính nêu trên được thực hiện bởi khối tính toán 11a được biểu diễn bởi các phương trình (6):

$$\begin{aligned}\theta_{mf} &= z^{-1}\theta_{mf} + \frac{1}{B}\left(\omega_{th} + \frac{1}{A} \cdot u\right), \\ \omega_{th} &= \theta_m - z^{-1}\theta_{mf}, \\ u &= \omega_{th} + z^{-1}u\end{aligned}\quad \dots (6)$$

Fig.34 là đồ thị Bode thể hiện đặc tính truyền của khối tính toán 11a. Khối tính toán 11a có đặc tính của bộ lọc thông thấp, và loại bỏ thành phần tần số cao. Khối tính toán 11a ở đây loại bỏ, từ góc quay  $\theta_m$ , hiệu số góc quay  $\Delta\theta_m$  làm thành phần gọn sóng để thu thập góc  $\theta_{mf}$ .

Khối trích rút thành phần bậc thứ n 105b trích rút thành phần bậc thứ n của mômen xoắn dao động  $tv$  từ phương trình thứ nhất của các phương trình (5). Thành phần của hiệu số góc quay  $\Delta\theta_m$  đối với thư tự được trích rút ở đây được xử lý bằng cách được chia thành thành phần giá trị sin  $\Delta\theta_{ms}(n)$  và thành phần giá trị cosin  $\Delta\theta_{mc}(n)$  thay cho tính toán pha  $\alpha(n)$ . Hoạt động cụ thể của khối trích rút thành phần bậc thứ n 105b sẽ được mô tả dưới đây.

Dựa vào Fig.3 và các phương trình (5), khối biến đổi mômen xoắn 105i tiếp nhận bậc n và lệnh tốc độ quay  $\omega_m^*$  làm các đầu vào, và nhân các thành phần bậc thứ ns  $\Delta\theta_{ms}(n)$  và  $\Delta\theta_{mc}(n)$  của hiệu số góc quay  $\Delta\theta_m$  với

tích của mômen quán tính  $J$ , bình phương của lệnh tốc độ quay  $\omega^*$ , và bình phương của bậc  $n$  để thu thập thành phần bậc thứ  $n$  của mômen xoắn dao động  $\tau_v$ . Cụ thể là, thu được thành phần giá trị  $\sin \tau_{vs}(n)$  và thành phần giá trị  $\cos \tau_{vc}(n)$  của mômen xoắn dao động  $\tau_v$  đối với bậc thứ  $n$ .

Khối trích rút mômen xoắn đầu ra 105B gồm khối ước tính mômen xoắn đầu ra 105d, khối trích rút thành phần bậc thứ  $n$  105e, và khối nhân hệ số chia tỷ lệ 105f.

Khối ước tính mômen xoắn đầu ra 105d sử dụng các từ thông sơ cấp  $\lambda_{dc}$  và  $\lambda_{yc}$ , dòng điện trực  $i_{dc}$  và  $i_{yc}$  để thu thập giá trị được ước tính của mômen xoắn đầu ra  $\tau_e$  từ phương trình (7):

$$\tau_e = P \cdot (\lambda_{dc} \cdot i_{yc} - \lambda_{yc} \cdot i_{dc}) \quad \dots (7)$$

Mômen xoắn đầu ra  $\tau_e$  và giá trị được ước tính của nó được biểu diễn như là “mômen xoắn đầu ra  $\tau_e$ ” để thuận tiện làm hiệu số giữa giá trị được ước tính và giá trị thực của mômen xoắn đầu ra  $\tau_e$  không được nhắc đến ở đây.

Fig.5 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của khối ước tính mômen xoắn đầu ra 105d. Khối ước tính mômen xoắn đầu ra 105d gồm các bộ nhân 11d và 11e, bộ trừ 11f, và khối nhân hằng số 11g.

Bộ nhân 11d thu thập tích số  $\lambda_{dc} \cdot i_{yc}$  của thành phần trực  $\lambda_{dc}$  của từ thông sơ cấp và dòng điện trực  $i_{yc}$ . Bộ nhân 11e thu thập tích số  $\lambda_{yc} \cdot i_{dc}$  của thành phần trực  $\lambda_{yc}$  của từ thông sơ cấp và dòng điện trực  $i_{dc}$ . Bộ trừ 11f lấy tích số  $\lambda_{dc} \cdot i_{yc}$  trừ đi tích số  $\lambda_{yc} \cdot i_{dc}$ . Khối nhân hằng số 11g nhân kết quả của phép trừ thu được bởi bộ trừ 11f với số cặp cực  $P$  để thu thập mômen xoắn đầu ra  $\tau_e$ .

Khối trích rút thành phần bậc thứ  $n$  105e trích rút, từ mômen xoắn đầu ra  $\tau_e$ , thành phần bậc thứ  $n$   $\tau_{es}(n)$  và  $\tau_{ec}(n)$  của tần số cơ bản của góc quay



$\theta_m$ , như với khối trích rút thành phần bậc thứ  $n$  105b.

Cụ thể là, khối trích rút thành phần bậc thứ  $n$  105b và 105e mà mỗi khối thu thập thành phần giá trị sin và thành phần giá trị cosin của lượng đầu vào sử dụng biến đổi Fourier. Hiệu số góc quay  $\Delta\theta_m$  và mômen xoắn đầu ra  $\tau_e$  mà mỗi chúng là hàm của góc quay  $\theta_m$ , và, khi mỗi chúng được biểu diễn như là hàm  $F(\theta_m)$ , các phương trình (8) đúng.

$$F(\theta_m) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} \{a_n \cdot \cos(n \cdot \theta_m) + b_n \cdot \sin(n \cdot \theta_m)\} \quad (n = 1, 2, 3, \dots)$$

$$\begin{cases} a_0 = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} F(\theta_m) d\theta_m \\ a_n = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \{F(\theta_m) \cdot \cos(n \cdot \theta_m)\} d\theta_m \\ b_n = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \{F(\theta_m) \cdot \sin(n \cdot \theta_m)\} d\theta_m \end{cases} \dots (8)$$

Ở đây, giá trị  $a_0$  ký hiệu thành phần DC (thành phần bậc 0) của hàm  $F(\theta_m)$ , giá trị  $a_n$  ký hiệu biên độ của giá trị cosin của thành phần bậc thứ  $n$  của hàm  $F(\theta_m)$ , và giá trị  $b_n$  ký hiệu biên độ của giá trị sin của thành phần bậc thứ  $n$  của hàm  $F(\theta_m)$ . Để thực hiện biến đổi Fourier nêu trên, khối trích rút thành phần bậc thứ  $n$  105b và 105e mà mỗi khối nhận bậc  $n$  và góc quay  $\theta_m$  làm các đầu vào. Ở các phương trình (8), thời gian  $t$  có thể được sử dụng thay cho góc quay  $\theta_m$  làm biến tích phân. Đây là do góc  $\theta_m$  có thể được thay cho góc quay  $\theta_m$  khi tính toán được thực hiện trong biến đổi Fourier, và biến này có thể được biến đổi sử dụng phương trình thứ ba của các phương trình (5).

Khối trích rút thành phần bậc thứ  $n$  105b nhận hiệu số góc quay  $\Delta\theta_m$  làm đầu vào để sử dụng nó làm hàm nêu trên  $F(\theta_m)$ , xuất ra giá trị  $b_n$  làm thành phần giá trị sin  $\Delta\theta_{ms}(n)$  của hiệu số góc quay  $\Delta\theta_m$ , và xuất ra giá trị  $a_n$  làm thành phần giá trị cosin  $\Delta\theta_{mc}(n)$  của hiệu số góc quay  $\Delta\theta_m$ .

Khối trích rút thành phần bậc thứ  $n$  105e nhận mômen xoắn đầu ra  $\tau_e$

làm đầu vào để sử dụng nó làm hàm nêu trên  $F(\theta_m)$ , xuất ra giá trị  $\tau_n$  làm thành phần giá trị sin  $\tau_{\text{es}}(n)$  của mômen xoắn đầu ra  $\tau_e$ , và xuất ra giá trị  $\tau_{\text{an}}$  làm thành phần giá trị cosin  $\tau_{\text{ec}}(n)$  của mômen xoắn đầu ra  $\tau_e$ .

Khối nhân hệ số chia tỷ lệ 105c nhân mỗi thành phần trong các thành phần giá trị sin  $\tau_{\text{vs}}(n)$  và thành phần giá trị cosin  $\tau_{\text{vc}}(n)$  với hệ số chia tỷ lệ  $K(n)$  được thiết lập cho mỗi bậc  $n$ . Khối nhân hệ số chia tỷ lệ 105f nhân mỗi thành phần trong các thành phần giá trị sin  $\tau_{\text{es}}(n)$  và thành phần giá trị cosin  $\tau_{\text{ec}}(n)$  với hệ số chia tỷ lệ  $[1 - K(n)]$ . Lưu ý rằng bất phương trình  $0 \leq K(n) \leq 1$  đúng đối với mỗi bậc  $n$ . Do vậy, các khối nhân hệ số chia tỷ lệ 105c và 105f có thể được xem như là các khối chia theo tỷ lệ mà chia tỷ lệ thành phần giá trị sin  $\tau_{\text{vs}}(n)$  và thành phần giá trị sin  $\tau_{\text{es}}(n)$  với tốc độ chia tỷ lệ định trước  $K(n)/[1 - K(n)]$ , và chia tỷ lệ thành phần giá trị cosin  $\tau_{\text{vc}}(n)$  và thành phần giá trị cosin  $\tau_{\text{ec}}(n)$  với tốc độ chia tỷ lệ. Các hệ số chia tỷ lệ  $K(n)$  và  $[1 - K(n)]$  có thể được bố trí bên ngoài cho các khối nhân hệ số chia tỷ lệ 105c và 105f. Trong trường hợp này, các khối nhân hệ số chia tỷ lệ 105c và 105f có thể đạt được bằng các bộ nhân đơn giản.

Bộ cộng 105g cộng, cho mỗi bậc  $n$ , tích số  $\tau_{\text{vs}}(n) \cdot K(n)$  và tích số  $\tau_{\text{es}}(n) \cdot [1 - K(n)]$  liên quan đến các thành phần giá trị sin, cộng tích số  $\tau_{\text{vc}}(n) \cdot K(n)$  và tích số  $\tau_{\text{ec}}(n) \cdot [1 - K(n)]$  liên quan đến các thành phần giá trị cosin, và xuất ra các tổng ghép cặp.

Các bậc  $n$  có thể được sử dụng làm các đích trích rút được thực hiện bởi khối trích rút thành phần bậc thứ  $n$  105b và 105e. Chẳng hạn, khi chỉ giá trị 1 được sử dụng làm bậc  $n$ , bộ cộng 105g xuất ra một cặp tổng  $\tau_{\text{vs}}(1) \cdot K(1) + \tau_{\text{es}}(1) \cdot [1 - K(1)]$  và  $\tau_{\text{vc}}(1) \cdot K(1) + \tau_{\text{ec}}(1) \cdot [1 - K(1)]$ . Theo cách khác, khi hai giá trị 1 và 2 được sử dụng làm các bậc  $n$ , bộ cộng 105g xuất ra hai cặp tổng, tức là, cặp tổng  $\tau_{\text{vs}}(1) \cdot K(1) + \tau_{\text{es}}(1) \cdot [1 - K(1)]$  và

$\tau_{vc}(1) \cdot K(1) + \tau_{ec}(1) \cdot [1 - K(1)]$  và cặp tổng  $\tau_{vs}(2) \cdot K(2) + \tau_{es}(2) \cdot [1 - K(2)]$  và  $\tau_{vc}(2) \cdot K(2) + \tau_{ec}(2) \cdot [1 - K(2)]$ . Trên Fig.2, các dấu gạch nghiêng “/” được gắn vào các mũi tên chỉ báo các đầu vào/đầu ra theo cặp.

Khi thành phần giá trị sin  $\tau_{ds}(n)$  và thành phần giá trị cosin  $\tau_{dc}(n)$  của mômen xoắn tải  $\tau_d$  cho bậc thứ  $n$  được đưa vào, các phương trình (9) thu được từ phương trình bên trái của phương trình (2).

$$\tau_{vs}(n) = \tau_{es}(n) - \tau_{ds}(n)$$

$$\tau_{vc}(n) = \tau_{ec}(n) - \tau_{dc}(n) \quad \dots (9)$$

Do vậy, bộ cộng 105g có thể xuất ra các giá trị theo cặp  $\tau_{es}(n) - K(n) \cdot \tau_{ds}(n)$  và  $\tau_{ec}(n) - K(n) \cdot \tau_{dc}(n)$ .

Fig.6 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của khối tính toán lượng hiệu chỉnh 105h. Khối tính toán lượng hiệu chỉnh 105h gồm khối điều khiển PI 11h và khối tính toán giá trị tổng hợp 11y. Trường hợp trong đó số bậc  $n$  bằng một ở đây được thể hiện dưới dạng ví dụ cho đơn giản.

Khối điều khiển PI 11h gồm các bộ điều khiển PI 11hs và 11hc mà mỗi bộ thực hiện điều khiển tích phân tỷ lệ. Bộ điều khiển PI 11hs thực hiện điều khiển tích phân tỷ lệ trên giá trị liên quan đến các thành phần giá trị sin. Bộ điều khiển PI 11hc thực hiện điều khiển tích phân tỷ lệ trên giá trị liên quan đến các thành phần giá trị cosin.

Fig.7 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của bộ điều khiển PI 11hs. Bộ điều khiển PI 11hs gồm khối tỷ lệ 11h1, khối tích phân 11h2, và bộ cộng 11h3. Khối tỷ lệ 11h1 xuất ra tích số thu được bằng cách nhân đầu vào vào bộ điều khiển PI 11hs với độ khuếch đại  $K_{ps}(n)$  được thiết lập cho mỗi bậc  $n$ . Khối tích phân 11h2 xuất ra tích số thu được bằng cách nhân giá trị tích phân của đầu vào nêu trên với độ khuếch đại  $K_{is}(n)$  được thiết lập cho mỗi bậc  $n$ . Bộ cộng 11h3 xuất ra tổng thu được bằng cách cộng hai tích nêu

trên.

Fig.8 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của bộ điều khiển PI 11hc. Bộ điều khiển PI 11hc gồm khối tỷ lệ 11h4, khối tích phân 11h5, và bộ cộng 11h6. Khối tỷ lệ 11h4 xuất ra tích số thu được bằng cách nhân đầu vào vào bộ điều khiển PI 11hc với độ khuếch đại  $K_{pc}(n)$  được thiết lập cho mỗi bậc  $n$ . Khối tích phân 11h5 xuất ra tích số thu được bằng cách nhân giá trị tích phân của đầu vào nêu trên với độ khuếch đại  $K_{ic}(n)$  được thiết lập cho mỗi bậc  $n$ . Bộ cộng 11h6 xuất ra tổng thu được bằng cách cộng hai tích nêu trên.

Cách thức để thiết lập các độ khuếch đại  $K_{ps}(n)$ ,  $K_{pc}(n)$ ,  $K_{is}(n)$ , và  $K_{ic}(n)$  là vấn đề lựa chọn thiết kế, và chính điều khiển tích phân tỷ lệ là công nghệ đã biết, sao cho mô tả chi tiết thêm được bỏ qua ở đây.

Bộ điều khiển PI 11hs nhận giá trị  $tes(n) - K(n) \cdot rds(n)$  làm đầu vào, và xuất ra kết quả thu được bằng cách thực hiện điều khiển tích phân tỷ lệ trên đó. Bộ điều khiển PI 11hc nhận giá trị  $tec(n) - K(n) \cdot rdc(n)$  làm đầu vào, và xuất ra kết quả thu được bằng cách thực hiện điều khiển tích phân tỷ lệ trên đó.

Khối tính toán giá trị tổng hợp 11y thu thập giá trị tổng hợp bằng cách kết hợp kết quả điều khiển tích phân tỷ lệ liên quan đến các thành phần giá trị sin thu được bởi bộ điều khiển PI 11hs và kết quả của điều khiển tích phân tỷ lệ liên quan đến các thành phần giá trị cosin thu được bởi bộ điều khiển PI 11hc theo cách thức sau.

Khối tính toán giá trị tổng hợp 11y gồm các bộ nhân 11j, 11k, và 11p, khối tạo giá trị sin 11q, khối tạo giá trị cosin 11r, và bộ cộng 11s.

Bộ nhân 11p nhận bậc  $n$  và góc quay  $\theta_m$  làm các đầu vào, và thu thập tích số  $n \cdot \theta_m$  của chúng. Khối tạo giá trị sin 11q nhận tích số  $n \cdot \theta_m$  làm đầu

vào, và thu thập giá trị  $\sin(n \cdot \theta_m)$ . Khối tạo giá trị  $\cos(n \cdot \theta_m)$  nhận tích số  $n \cdot \theta_m$  làm đầu vào, và thu thập giá trị  $\cos(n \cdot \theta_m)$ .

Bộ nhân 11j thu thập tích số của kết quả thu được bởi bộ điều khiển PI 11hs và giá trị  $\sin(n \cdot \theta_m)$ . Bộ nhân 11k thu thập tích số của kết quả thu được bởi bộ điều khiển PI 11hc và giá trị  $\cos(n \cdot \theta_m)$ . Bộ cộng 11s thu thập giá trị tổng hợp bằng cách kết hợp các hàm lượng giác học. Cụ thể là, bộ cộng 11s thu thập giá trị tổng hợp làm tổng của tích số thu được bởi bộ nhân 11j và tích số thu được bởi bộ nhân 11k. Giá trị tổng hợp được xuất ra từ khối tính toán giá trị tổng hợp 11y làm giá trị hiệu chỉnh dòng điện trực ực thứ nhất  $\Delta i_{yc1}$ . Điều này tương ứng với việc thu thập, sử dụng các kết quả thu được bởi các bộ điều khiển PI 11hs và 11hc làm các hệ số của chuỗi Fourier, giá trị hiệu chỉnh dòng điện trực ực thứ nhất  $\Delta i_{yc1}$  từ kết quả của các chuỗi Fourier.

Như nêu trên, bằng cách thu thập giá trị hiệu chỉnh dòng điện trực ực thứ nhất  $\Delta i_{yc1}$  dựa vào thành phần bậc thứ ns của mômen xoắn dao động  $\tau_v$  và mômen xoắn đầu ra  $\tau_e$ , và lấy dòng điện trực ực  $i_{yc}$  trừ đi giá trị hiệu chỉnh dòng điện trực ực thứ nhất  $\Delta i_{yc1}$ , bộ trừ 109 dần dần hiệu chỉnh lệnh tốc độ quay  $\omega_{eo}^*$  sao cho lệnh tốc độ quay  $\omega_{eo}^*$  tăng với việc tăng mômen xoắn dao động  $\tau_v$  và/hoặc việc tăng mômen xoắn đầu ra  $\tau_e$ . Như nêu trên, giá trị hiệu chỉnh dòng điện trực ực thứ nhất  $\Delta i_{yc1}$  thu được bằng cách thực hiện điều khiển tích phân tỷ lệ trên gợn sóng của mômen xoắn dao động  $\tau_v$  và mômen xoắn đầu ra  $\tau_e$ , và do vậy lệnh tốc độ quay được hiệu chỉnh  $\omega_{eo}^*$  được điều chỉnh để triệt gợn sóng của mômen xoắn dao động  $\tau_v$  và mômen xoắn đầu ra  $\tau_e$ .

Trước khi khối tính toán lượng hiệu chỉnh 105h thực hiện điều khiển tích phân tỷ lệ, hiệu quả của mômen xoắn dao động  $\tau_v$  và mômen xoắn đầu

ra te trên lệnh tốc độ quay  $\omega_{eo}^*$  được chia tỷ lệ với các hệ số chia tỷ lệ  $K(n)$  and  $[1 - K(n)]$ . Điều tốt hơn không chỉ từ quan điểm có thể duy trì tốc độ chia tỷ lệ bất kỳ độ khuếch đại trong điều khiển tích phân tỷ lệ mà còn từ quan điểm không yêu cầu băng tần số theo tốc độ quay của góc cơ trong điều khiển tích phân tỷ lệ.

Khi các bậc  $n$  được thiết lập, khối tính toán lượng hiệu chỉnh 105h gồm khối điều khiển PI 11h và khối tính toán giá trị tổng hợp 11y loại trừ bộ cộng 11s cho mỗi bậc. Bộ cộng 11s cộng tất cả các đầu ra của các khối tính toán giá trị tổng hợp 11y được thiết lập cho các bậc tương ứng, và xuất ra đầu ra được cộng làm giá trị hiệu chỉnh dòng điện trục  $\gamma$ c thứ nhất  $\Delta i_{\gamma c1}$ .

Giả sử rằng hệ số chia tỷ lệ  $K(n)$  bằng một cho bậc  $n$ . Trong trường hợp này, đầu ra của khối nhân hệ số chia tỷ lệ 105f bằng 0, và mômen xoắn đầu ra te không góp phần vào giá trị hiệu chỉnh dòng điện trục  $\gamma$ c thứ nhất  $\Delta i_{\gamma c1}$  và chỉ mômen xoắn dao động  $t_v$  góp phần vào việc hiệu chỉnh lệnh tốc độ quay  $\omega_{eo}^*$ . Trong trường hợp này, việc hiệu chỉnh lệnh tốc độ quay  $\omega_{eo}^*$  góp phần chủ yếu vào việc triệt mômen xoắn dao động  $t_v$ .

Giả sử rằng hệ số chia tỷ lệ  $K(n)$  bằng 0 cho bậc thứ  $n$ . Trong trường hợp này, đầu ra của khối nhân hệ số chia tỷ lệ 105c bằng 0, và mômen xoắn dao động  $t_v$  không góp phần vào giá trị hiệu chỉnh dòng điện trục  $\gamma$ c thứ nhất  $\Delta i_{\gamma c1}$  và chỉ mômen xoắn đầu ra te góp phần vào việc hiệu chỉnh lệnh tốc độ quay  $\omega_{eo}^*$ . Trong trường hợp này, việc hiệu chỉnh lệnh tốc độ quay  $\omega_{eo}^*$  góp phần chủ yếu vào việc triệt gọn sóng của mômen xoắn đầu ra te, làm cho trở nên dễ dàng duy trì biên độ của dòng điện  $[I]$  không đổi.

Có thể thấy từ phần mô tả nêu trên rằng hiệu quả triệt mômen xoắn dao động  $t_v$  thông qua hiệu chỉnh lệnh tốc độ quay  $\omega_{eo}^*$  có thể thu được thậm chí nếu bộ cộng 105g, khối trích rút mômen xoắn đầu ra 105B, và khối

nhân hệ số chia tỷ lệ 105c bị bỏ qua từ khối hiệu chỉnh dòng điện trực ực 105, và khối tính toán lượng hiệu chỉnh 105h thu thập giá trị hiệu chỉnh dòng điện trực ực thứ nhất  $\Delta i_{yc1}$  sử dụng thành phần giá trị  $\sin \tau_{vs}(n)$  và thành phần giá trị cosin  $\tau_{vc}(n)$  (cụ thể hơn là, bằng cách thực hiện điều khiển tích phân tỷ lệ trên đó) mà không sử dụng thành phần giá trị  $\sin \tau_{es}(n)$  và thành phần giá trị cosin  $\tau_{ec}(n)$ .

Một cách tương tự, có thể thấy từ hiệu quả triệt gợn sóng của mômen xoắn đầu ra  $\tau_e$  thông qua hiệu chỉnh lệnh tốc độ quay  $\omega_{eo}^*$  có thể thu được thậm chí nếu bộ cộng 105g, khối trích rút mômen xoắn dao động 105A, và khối nhân hệ số chia tỷ lệ 105f được bỏ qua từ khối hiệu chỉnh dòng điện trực ực 105, và khối tính toán lượng hiệu chỉnh 105h thu thập giá trị hiệu chỉnh dòng điện trực ực thứ nhất  $\Delta i_{yc1}$  sử dụng thành phần giá trị  $\sin \tau_{es}(n)$  và thành phần giá trị cosin  $\tau_{ec}(n)$  (cụ thể hơn là, bằng cách thực hiện the điều khiển tích phân tỷ lệ trên đó) mà không sử dụng thành phần giá trị  $\sin \tau_{vs}(n)$  và thành phần giá trị cosin  $\tau_{vc}(n)$ .

#### Phương án thực hiện thứ hai

Theo phương án thực hiện, công nghệ cải thiện hiệu năng của động cơ đồng bộ 3 sử dụng giá trị hiệu chỉnh dòng điện trực ực thứ nhất  $\Delta i_{yc1}$  được mô tả. Trường hợp trong đó dao động của tần số cơ bản của mômen xoắn dao động  $\tau_v$  bị triệt theo phương án thực hiện thứ nhất được xem xét. Như nêu trên, tần số cơ bản của mômen xoắn dao động  $\tau_v$  tương ứng với phương trình  $n = 1$  khi tải cơ học là bộ nén một xylanh, và tương ứng với phương trình  $n = 2$  khi tải cơ học là bộ nén hai xylanh. Trước hết, thực hiện mô tả với giả thiết là tải cơ học là bộ nén một xylanh để đơn giản.

Theo phương án thực hiện thứ nhất, thành phần bậc thứ nhất của tần số

cơ bản (ở đây được gọi là “thành phần sóng cơ bản”) của mômen xoắn dao động  $\tau$  bị triệt bằng cách sử dụng khối trích rút mômen xoắn dao động 105A và khối trích rút mômen xoắn đầu ra 105B, và sử dụng chỉ giá trị 1 làm bậc  $n$ . Cụ thể là, thành phần sóng cơ bản của mômen xoắn dao động  $\tau$  hầu như biến mất bằng cách gán  $K(1)$  bằng 1.

Tuy nhiên, gợn sóng của thành phần khác ngoài thành phần của tần số cơ bản của mômen xoắn đầu ra  $\tau$  không nhất thiết bị nén. Tuy nhiên, gợn sóng có thể là gốc của thành phần điều hòa của dòng điện chạy qua động cơ đồng bộ 3. Hiệu năng của động cơ đồng bộ 3 bị giảm với việc tăng số thành phần điều hòa chạy qua động cơ đồng bộ 3. Do vậy, hiệu năng của động cơ đồng bộ 3 được cải thiện bằng cách triệt gợn sóng của mômen xoắn đầu ra  $\tau$ . Lưu ý rằng thành phần sóng cơ bản của mômen xoắn dao động  $\tau$  bị triệt như nêu trên. Do vậy, theo phương án thực hiện, gợn sóng của mômen xoắn đầu ra  $\tau$  bị triệt cho bậc khác ngoài bậc của thành phần sóng cơ bản để cải thiện hiệu năng của động cơ đồng bộ 3.

Fig.9 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của khối hiệu chỉnh dòng điện trực ực 105 được sử dụng theo phương án thực hiện. Khối hiệu chỉnh dòng điện trực ực 105 gồm khối trích rút mômen xoắn dao động 105A, khối trích rút mômen xoắn đầu ra 105B, bộ cộng 105g, và khối tính toán lượng hiệu chỉnh 105h như theo phương án thực hiện thứ nhất. Cấu hình của khối tính toán lượng hiệu chỉnh 105h theo phương án thực hiện sẽ được mô tả chi tiết dưới đây.

Khối trích rút mômen xoắn dao động 105A, khối trích rút mômen xoắn đầu ra 105B, và bộ cộng 105g có cấu hình tương tự cấu hình theo phương án thực hiện thứ nhất. Lưu ý rằng ký hiệu “ $n$ ” đại diện bậc trên Fig.2 được thay thế, trên Fig.9, bởi ký hiệu “ $j$ ” đại diện bậc, như trường hợp trong đó



các thành phần bậc thứ  $j$  của các lượng khác nhau được trích rút được thể hiện ở đây. Phương trình  $j = 1$  đúng khi tải cơ học là bộ nén một xylanh, và phương trình  $j = 2$  đúng khi tải cơ học là bộ nén hai xylanh. Các bậc  $j$  về cơ bản có thể được sử dụng để triệt mômen xoắn dao động  $\tau_v$  cho các bậc. Triệt này cho các bậc được mô tả theo phương án thực hiện thứ nhất, và do vậy phần mô tả của nó bị bỏ qua ở đây.

Tức là, khối trích rút thành phần bậc thứ  $j$  105b trích rút, từ hiệu số góc quay  $\Delta\theta_m$ , các thành phần triệt mômen xoắn dao động  $\Delta\theta_{ms}(j)$  và  $\Delta\theta_{mc}(j)$  làm các thành phần cho ít nhất một bậc gồm các thành phần bậc thứ nhất của tần số cơ bản của mômen xoắn dao động  $\tau_v$ . Khối trích rút thành phần bậc thứ  $j$  105e trích rút, từ mômen xoắn đầu ra (nói chính xác, giá trị được ước tính của nó)  $\tau_e$ , các thành phần  $\tau_{es}(j)$  và  $\tau_{ec}(j)$  cho bậc thứ  $j$  tương ứng với các thành phần triệt mômen xoắn dao động  $\Delta\theta_{ms}(j)$  và  $\Delta\theta_{mc}(j)$ .

Theo phương án thực hiện, khối hiệu chỉnh dòng điện trực  $\gamma_c$  105 còn gồm khối trích rút thành phần bậc  $m$  105m. Khối trích rút thành phần thứ  $m$  105m có cùng cấu hình với khối trích rút thành phần bậc  $j$  105e, và trích rút các thành phần bậc thứ  $m$   $\tau_{es}(m)$  và  $\tau_{ec}(m)$  từ mômen xoắn đầu ra (chính xác là, giá trị được ước tính của nó)  $\tau_e$ . Bậc  $m$ , tuy nhiên, ít nhất là một bậc được sử dụng từ trong số các bậc khác ngoài bậc  $j$  tương ứng với các thành phần triệt mômen xoắn dao động  $\Delta\theta_{ms}(j)$  và  $\Delta\theta_{mc}(j)$ .

Phần mô tả sẽ được thực hiện dưới đây bằng cách lấy, làm ví dụ, trường hợp trong đó các phương trình  $j = 1$  và  $m = 2, 3$  đúng cho đơn giản. Fig.10 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của khối tính toán lượng hiệu chỉnh 105h theo phương án thực hiện. Khối tính toán lượng hiệu chỉnh 105h gồm ba khối điều khiển PI 11h, khối tính toán giá trị tổng hợp 11y, hai khối tính toán giá trị tổng hợp 11y1, và bộ cộng 11t.

Khối điều khiển PI 11h ở trên cùng của Fig.10 và khối tính toán giá trị tổng hợp 11y có cấu hình tương tự cấu hình ở khối tính toán lượng hiệu chỉnh 105h được thể hiện theo phương án thực hiện thứ nhất. Ở đây, tuy nhiên, chúng có chức năng tương ứng các thành phần triệt mômen xoắn dao động  $\Delta\theta_{ms}(1)$  và  $\Delta\theta_{mc}(1)$ , và khối điều khiển PI 11h nhận các giá trị  $\tau_{es}(1) - K(1) \cdot \tau_{ds}(1)$  và  $\tau_{ec}(1) - K(1) \cdot \tau_{dc}(1)$  làm các đầu vào. Trong khi giá trị 1 đại diện bậc j được đưa vào khối tính toán giá trị tổng hợp 11y, và được nhân với góc quay  $\theta_m$  bởi bộ nhân 11p, rõ ràng rằng bộ nhân 11p có thể bị bỏ qua khi bậc j bằng 1.

Khối điều khiển PI 11h ở giữa của Fig.10 nhận các giá trị  $\tau_{es}(2)$  và  $\tau_{ec}(2)$  làm các đầu vào. Khối điều khiển PI 11h ở dưới cùng của Fig.10 nhận các giá trị  $\tau_{es}(3)$  và  $\tau_{ec}(3)$  làm các đầu vào. Tức là, khối trích rút thành phần bậc thứ m có thể được xem là chỉnh sửa rõ ràng của cấu hình của khối trích rút mômen xoắn đầu ra 105B theo phương án thực hiện thứ nhất, khác ngoài khối ước tính mômen xoắn đầu ra 105d, thu được bằng cách thiết lập hệ số chia tỷ lệ  $K(m)$  bằng 0 đối với bậc thứ m. Do vậy, thành phần bậc thứ m  $\tau_{es}(m)$  và  $\tau_{ec}(m)$  có thể được hiểu như là các thành phần triệt mômen xoắn đầu ra để triệt mômen xoắn đầu ra đối với bậc thứ m.

Các khối tính toán giá trị tổng hợp 11y1 mà mỗi khối cấu hình của khối tính toán giá trị tổng hợp 11y từ bộ cộng 11s đã bị loại bỏ khỏi đó, và các bộ nhân 11p, 11j, và 11k, khối tạo giá trị sin 11q, và khối tạo giá trị cosin 11r trong mỗi chúng có các chức năng tương tự các chức năng được thể hiện theo phương án thực hiện thứ nhất.

Các bộ cộng 11s và 11t mà mỗi bộ nhận tổng của đầu ra của bộ nhân 11j và đầu ra của bộ nhân 11k đối với một bậc tương ứng trong các bậc 1, 2, và 3, và xuất nó ra dưới dạng giá trị hiệu chỉnh dòng điện trực ực thứ nhất

$\Delta i_{yc1}$ . Điều này nghĩa là, theo phương án thực hiện, khối hiệu chỉnh dòng điện trực ực 105 thu thập giá trị hiệu chỉnh dòng điện trực ực thứ nhất  $\Delta i_{yc1}$  sử dụng tổng thu được bởi bộ cộng 105g và các thành phần triệt mômen xoắn đầu ra  $\tau_{es}(m)$  và  $\tau_{ec}(m)$  thu được bởi khối trích rút thành phần bậc thứ m 105m. Rõ ràng từ phần mô tả theo phương án thực hiện thứ nhất rằng giá trị hiệu chỉnh dòng điện trực ực thứ nhất  $\Delta i_{yc1}$  mà thu được góp phần vào việc triệt gọn sóng của các thành phần bậc m của mômen xoắn đầu ra  $\tau_e$  khi hiệu chỉnh lệnh tốc độ quay  $\omega_{eo}^*$ .

Như nêu trên, các thành phần bậc j của mômen xoắn dao động  $\tau_v$  và các thành phần bậc m ( $m \neq j$ ) của mômen xoắn đầu ra  $\tau_e$  có thể bị triệt theo phương án thực hiện.

Khối tính toán giá trị tổng hợp 11y ở trên cùng của Fig.10 có thể được thay thế bằng khối tính toán giá trị tổng hợp 11y1, và bộ cộng 11t có thể còn có hàm của bộ cộng 11s.

Các thành phần triệt mômen xoắn đầu ra  $\tau_{es}(m)$  và  $\tau_{ec}(m)$  không được chia tỷ lệ với các thành phần bậc m của mômen xoắn dao động  $\tau_v$ , và do vậy có thể được khuếch đại riêng rẽ cho mỗi bậc trước khi được đưa vào khối tính toán lượng hiệu chỉnh 105h. Một cách tương tự, đầu ra của bộ cộng 105g có thể được khuếch đại riêng rẽ cho mỗi bậc theo phương án thực hiện thứ nhất. Nói theo cách khác, các hệ số chia tỷ lệ  $C(n) \cdot K(n)$  và  $C(n) \cdot [1 - K(n)]$  (lưu ý rằng  $C(n)$  là số dương cho mỗi bậc n) có thể được sử dụng thay thế các hệ số chia tỷ lệ  $K(n)$  và  $[1 - K(n)]$ . Rõ ràng là tốc độ chia tỷ lệ  $K(n)/[1 - K(n)]$  được duy trì trong trường hợp này.

Phương án thực hiện thứ ba

Theo phương án thực hiện, kỹ thuật triệt giá trị đỉnh của dòng điện chạy qua động cơ đồng bộ 3 (ở đây được gọi là “dòng điện động cơ”) sử dụng

giá trị hiệu chỉnh dòng điện trực ực thứ nhất  $\Delta i_{yc1}$  được mô tả. Trường hợp trong đó dao động của tần số cơ bản của mômen xoắn dao động  $\tau_v$  bị triệt theo phương án thực hiện thứ nhất được xem xét. Như nêu trên, tần số cơ bản của mômen xoắn dao động  $\tau_v$  tương ứng với phương trình  $n = 1$  khi tải cơ học là bộ nén một xylanh, và tương ứng với phương trình  $n = 2$  khi tải cơ học là bộ nén hai xylanh. Trước hết, thực hiện mô tả với giả thiết là tải cơ học là bộ nén một xylanh cho đơn giản.

Theo phương án thực hiện thứ nhất, các thành phần sóng cơ bản của mômen xoắn dao động  $\tau_v$  và mômen xoắn đầu ra  $\tau_e$  được triệt bằng cách sử dụng khối trích rút mômen xoắn dao động 105A và khối trích rút mômen xoắn đầu ra 105B, và sử dụng chỉ giá trị 1 làm bậc  $n$ . Gợn sóng của mômen xoắn dao động  $\tau_v$  và mômen xoắn đầu ra  $\tau_e$  xảy ra chủ yếu bởi các thành phần sóng cơ bản của nó, và do vậy việc triệt các thành phần sóng cơ bản là quan trọng.

Ở trường hợp trong đó thu được giá trị hiệu chỉnh dòng điện trực ực thứ nhất  $\Delta i_{yc1}$  cần để triệt các thành phần sóng cơ bản của mômen xoắn dao động  $\tau_v$ , tuy nhiên, giá trị đỉnh của dòng điện động cơ có thể tăng. Điều khiển để giới hạn giá trị đỉnh của dòng điện động cơ (chẳng hạn, điều khiển để thiết lập các giới hạn trên của  $\delta c$ -axis giá trị lệnh điện áp  $v^*$  và giá trị lệnh điện áp trực ực  $v_{\gamma}^*$  được thể hiện trên Fig.1 trong khối điều khiển từ thông 102) thường được sử dụng trong nhiều trường hợp từ khía cạnh bảo vệ dòng điện siêu tải.

Mong muốn giảm giá trị đỉnh của dòng điện động cơ sao cho việc triệt các thành phần sóng cơ bản của mômen xoắn dao động  $\tau_v$  không bị làm suy yếu bởi việc điều khiển để triệt giá trị đỉnh của dòng điện động cơ. Theo phương án thực hiện, công nghệ giảm đỉnh của tổng thành phần bậc thứ  $n_s$

$\tau_{es}(n)$  và  $\tau_{ec}(n)$  đối với bậc thứ  $n$  trong khi duy trì các thành phần sóng cơ bản  $\tau_{es}(1)$  và  $\tau_{ec}(1)$  của mômen xoắn đầu ra  $\tau_e$  được thể hiện.

Ở trường hợp trong đó đỉnh của tổng thành phần bậc thứ  $n$   $\tau_{es}(n)$  và  $\tau_{ec}(n)$  đối với bậc thứ  $n$  được giảm, dạng sóng của tổng các thành phần cho bậc lẻ có thể thể hiện sóng hình chữ nhật nếu giá trị của bậc  $n$  không có giới hạn trên. Khi biên độ của sóng hình chữ nhật được giả sử bằng một, sóng hình chữ nhật được biểu diễn bằng phương trình (10) được thể hiện dưới nếu giá trị giới hạn trên  $D$  được gán bằng vô cực trong hàm  $R(\Psi)$  của pha  $\Psi$ . Lưu ý rằng số lẻ  $d$  được giới hạn, và ký hiệu  $\Sigma$  ở đây chỉ báo tổng cho số lẻ  $d$ .

$$R(\Psi) = \frac{4}{\pi} \sum_{d=1}^D \frac{1}{d} \cdot \sin(d \cdot \Psi) \quad \dots (10)$$

Do vậy, theo phương án thực hiện, như đối với thành phần bậc lẻ của mômen xoắn đầu ra  $\tau_e$  đối với bậc lẻ  $d$  bằng hoặc lớn hơn bậc thứ 3, thu được giá trị lệnh của thành phần bậc lẻ (ở đây được gọi là “lệnh mômen xoắn bậc lẻ”) khi xét về việc giảm giá trị đỉnh nêu trên. Giá trị hiệu chỉnh dòng điện trực ực thứ nhất  $\Delta i_{yc1}$  thu được cũng dựa trên hiệu số giữa thành phần bậc lẻ và lệnh mômen xoắn bậc lẻ.

Nói theo cách khác, như đối với thành phần bậc cao hơn của mômen xoắn đầu ra  $\tau_e$  đối với bậc chẵn, thành phần giá trị  $\sin \tau_{es}(e)$  và thành phần giá trị  $\cos \tau_{ec}(e)$  của nó (dẫn đến số chẵn  $e$ ) được trích rút để được sử dụng để tính toán để thu thập giá trị hiệu chỉnh dòng điện trực ực thứ nhất  $\Delta i_{yc1}$  bằng cách giả sử rằng phương trình  $K(e) = 0$  đúng theo phương án thực hiện thứ nhất.

Fig.11 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của khối hiệu chỉnh dòng điện trực ực 105 được sử dụng theo phương án thực hiện. Khối hiệu chỉnh dòng điện trực ực 105 gồm khối trích rút gọn sóng góc 105a, khối trích rút thành

phần bậc thứ ns 105b và 105e, khối biến đổi mômen xoắn 105i, khối nhân hệ số chia tỷ lệ 105c và 105f, khối ước tính mômen xoắn đầu ra 105d, bộ cộng 105g, và khối tính toán lượng hiệu chỉnh 105h như theo phương án thực hiện thứ nhất. Cấu hình của khối tính toán lượng hiệu chỉnh 105h theo phương án thực hiện sẽ được mô tả chi tiết dưới đây.

Theo phương án thực hiện, tuy nhiên, khối trích rút thành phần bậc thứ ns 105b và 105e mỗi khối trích rút chỉ các thành phần sóng cơ bản. Cụ thể là, khối trích rút thành phần bậc thứ n 105b trích rút các thành phần sóng cơ bản  $\Delta\theta_{ms}(1)$  và  $\Delta\theta_{mc}(1)$  của góc quay  $\theta_m$  từ hiệu số góc quay  $\Delta\theta_m$ . Điều này cho phép khối biến đổi mômen xoắn 105i xuất ra thành phần giá trị sin  $\tau_{vs}(1)$  và thành phần giá trị cosin  $\tau_{vc}(1)$  của các thành phần sóng cơ bản của mômen xoắn dao động  $\tau_v$ , và khối nhân hệ số chia tỷ lệ 105c nhân từng khối với hệ số chia tỷ lệ  $K(1)$ . Do vậy, khối trích rút thành phần bậc thứ n 105b được thể hiện dưới dạng “khối trích rút thành phần sóng cơ bản” trên Fig.11.

Một cách tương tự, khối trích rút thành phần bậc thứ n 105e trích rút thành phần giá trị sin  $\tau_{es}(1)$  và thành phần giá trị cosin  $\tau_{ec}(1)$  của các thành phần sóng cơ bản của mômen xoắn đầu ra  $\tau_e$  (chính xác, giá trị được ước tính của nó). Khối nhân hệ số chia tỷ lệ 105f nhân chúng với hệ số chia tỷ lệ  $[1 - K(1)]$ . Do vậy, khối trích rút thành phần bậc thứ n 105e được thể hiện như là “khối trích rút thành phần sóng cơ bản” trên Fig.11.

Từ phần mô tả nêu trên, theo phương án thực hiện, khối trích rút thành phần bậc thứ ns 105b, khối biến đổi mômen xoắn 105i, khối nhân hệ số chia tỷ lệ 105c, khối trích rút thành phần bậc thứ n 105e, khối nhân hệ số chia tỷ lệ 105f, và bộ cộng 105g có thể được xem là thành phần sóng cơ bản khối chia theo tỷ lệ 105C mà trích rút các thành phần sóng cơ bản của mỗi

mômen trong mômen xoắn dao động  $\tau_v$  và mômen xoắn đầu ra  $\tau_e$ , và chia tỷ lệ chúng với tốc độ chia tỷ lệ định trước ( $K(1)/[1 - K(1)]$ ).

Ở trường hợp trong đó gọn sóng của mômen xoắn dao động  $\tau_v$  không bị triệt, khối trích rút gọn sóng góc 105a, khối trích rút thành phần bậc thứ  $n$  105b, khối biến đổi mômen xoắn 105i, khối nhân hệ số chia tỷ lệ 105c, và bộ cộng 105g có thể bị bỏ qua bằng cách giả sử rằng phương trình  $K(1) = 0$  đúng. Điều này nghĩa là, theo phương án thực hiện, mômen xoắn dao động  $\tau_v$  gồm các thành phần sóng cơ bản của nó không nhất thiết được trích rút.

Khối hiệu chỉnh dòng điện trực  $\gamma_c$  105 còn gồm khối xuất ra bậc chẵn mômen xoắn đầu ra 105D và khối xuất ra bậc lẻ mômen xoắn đầu ra 105E.

Khối xuất ra bậc chẵn mômen xoắn đầu ra 105D thu thập các thành phần bậc chẵn, vốn là các thành phần cho bậc chẵn  $e$ , của mômen xoắn đầu ra  $\tau_e$ , và xuất chúng ra cho khối tính toán lượng hiệu chỉnh 105h. Khối xuất ra bậc lẻ mômen xoắn đầu ra 105E thu thập các hiệu số giữa các thành phần bậc lẻ của mômen xoắn đầu ra và các lệnh mômen bậc lẻ, và xuất chúng ra cho khối tính toán lượng hiệu chỉnh 105h.

Cụ thể là, khối xuất ra bậc chẵn mômen xoắn đầu ra 105D gồm khối trích rút thành phần bậc chẵn 105p. Khối trích rút thành phần bậc chẵn 105p nhận góc quay  $\theta_m$ , mômen xoắn đầu ra  $\tau_e$  (chính xác là, giá trị được ước tính của nó: thu được từ khối ước tính mômen xoắn đầu ra 105d), và bậc chẵn  $e$  làm các đầu vào, và thu thập thành phần giá trị  $\sin \tau_{ec}(e)$  và thành phần giá trị  $\cos \tau_{ec}(e)$  làm các thành phần (các thành phần triệt bậc chẵn mômen xoắn đầu ra) để triệt mômen xoắn đầu ra cho bậc chẵn. Khối trích rút thành phần bậc chẵn 105p có cấu hình tương tự cấu hình của khối trích rút thành phần bậc thứ  $n$  105e được mô tả theo phương án thực hiện thứ nhất, và khác với khối trích rút thành phần bậc thứ  $n$  105e chỉ trong

việc bậc  $n$  làm đầu vào bị giới hạn ở bậc chẵn  $e$ . Thành phần giá trị sin  $\tau_{es}(e)$  và thành phần giá trị cosin  $\tau_{ec}(e)$  được sử dụng làm các thành phần bậc chẵn nêu trên.

Các bậc  $e$  có thể được sử dụng. Trong trường hợp này, các khối trích rút thành phần bậc chẵn 105p có thể được bố trí trong khối xuất ra bậc chẵn mômen xoắn đầu ra 105D đối với các bậc riêng rẽ  $e$ .

Khối xuất ra bậc lẻ mômen xoắn đầu ra 105E gồm khối trích rút thành phần bậc lẻ 105q, khối tạo lệnh mômen xoắn bậc lẻ 105r, và bộ trừ 105s.

Khối trích rút thành phần bậc lẻ 105q nhận góc quay  $\theta_m$ , mômen xoắn đầu ra  $\tau_e$ , và bậc lẻ  $d$  bằng hoặc lớn hơn bậc thứ 3 làm các đầu vào, và thu thập thành phần giá trị sin  $\tau_{es}(d)$  và thành phần giá trị cosin  $\tau_{ec}(d)$  làm các thành phần (các thành phần triệt bậc lẻ mômen xoắn đầu ra) để triệt mômen xoắn đầu ra cho bậc lẻ. Khối trích rút thành phần bậc lẻ 105q còn có cấu hình tương tự cấu hình của khối trích rút thành phần bậc thứ  $n$  105e được mô tả theo phương án thực hiện thứ nhất, và khác với khối trích rút thành phần bậc thứ  $n$  105e chỉ ở việc bậc  $n$  làm đầu vào bị giới hạn ở bậc lẻ  $d$  bằng hoặc lớn hơn bậc thứ 3.

Khối tạo lệnh mômen xoắn bậc lẻ 105r thu thập giá trị lệnh (ở đây được gọi là “thành phần giá trị sin lệnh mômen xoắn bậc lẻ”)  $\tau_{es}^*(d)$  của thành phần giá trị sin  $\tau_{es}(d)$  và giá trị lệnh (ở đây được gọi là “thành phần giá trị cosin lệnh mômen xoắn bậc lẻ”)  $\tau_{ec}^*(d)$  của thành phần giá trị cosin  $\tau_{ec}(d)$ . Các chi tiết của nó sẽ được mô tả dưới đây.

Bộ trừ 105s thu thập độ lệch  $\Delta\tau_{es}(d)$  của thành phần giá trị sin  $\tau_{es}(d)$  từ thành phần giá trị sin lệnh mômen xoắn bậc lẻ  $\tau_{es}^*(d)$  và độ lệch  $\Delta\tau_{ec}(d)$  của thành phần giá trị cosin  $\tau_{ec}(d)$  từ thành phần giá trị cosin lệnh mômen xoắn bậc lẻ  $\tau_{ec}^*(d)$ . Cụ thể là, các phương trình  $\Delta\tau_{es}(d) = \tau_{es}(d) - \tau_{es}^*(d)$



và  $\Delta\tau_{ec}(d) = \tau_{ec}(d) - \tau_{ec}^*(d)$  đúng.

Các bậc  $d$  có thể được sử dụng. Trong trường hợp này, các khối trích rút thành phần bậc lẻ 105q, các khối tạo lệnh mômen xoắn bậc lẻ 105r, và các bộ trừ 105s có thể được bố trí trong khối xuất ra bậc lẻ mômen xoắn đầu ra 105E cho các bậc riêng rẽ  $d$ .

Sẽ thực hiện mô tả dưới đây bằng cách lấy, làm ví dụ, trường hợp trong đó các phương trình  $d = 3$  và  $e = 2$  đúng cho đơn giản. Fig.12 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của khối tính toán lượng hiệu chỉnh 105h theo phương án thực hiện. Khối tính toán lượng hiệu chỉnh 105h gồm ba khối điều khiển PI 11h, khối tính toán giá trị tổng hợp 11y, hai khối tính toán giá trị tổng hợp 11y1, và bộ cộng 11t. Cấu hình được thể hiện ở đây giống cấu hình được thể hiện trên Fig.10.

Tuy nhiên, các đầu vào khối điều khiển PI 11h ở dưới cùng khác các đầu vào theo phương án thực hiện thứ hai, và các độ lệch  $\Delta\tau_{es}(3)$  và  $\Delta\tau_{ec}(3)$  lần lượt được đưa vào các bộ điều khiển PI 11hs và 11hc. Cấu hình khác ngoài các đầu vào giống cấu hình theo phương án thực hiện thứ hai, và giá trị hiệu chỉnh dòng điện trực ực thứ nhất  $\Delta i_{yc1}$  thu được cũng theo phương án thực hiện.

Trong khi bậc 1 được đưa vào khối tính toán giá trị tổng hợp 11y, và được nhân với góc quay  $\theta_m$  bởi bộ nhân 11p, rõ ràng là bộ nhân 11p có thể bị bỏ qua.

Fig.13 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của khối tạo lệnh mômen xoắn bậc lẻ 105r. Khối tạo lệnh mômen xoắn bậc lẻ 105r gồm khối tính toán biên độ 1051, khối tính toán pha 1052, các bộ nhân 1053, 1054, 1057, và 1058, khối tạo giá trị cosin 1055, và khối tạo giá trị sin 1056.

Khối tính toán biên độ 1051 thu thập độ lớn  $T_e$  của thành phần sóng cơ

bằng  $\tau_e(1)$  của mômen xoắn đầu ra  $\tau_e$ . Khối tính toán pha 1052 thu thập pha  $\alpha$  của mômen xoắn đầu ra  $\tau_e$  tương đối với góc quay  $\theta_m$ . Cụ thể là, phương trình (11) đúng, và do vậy biên độ  $T_e$  và pha  $\alpha$  thu được bởi các phương trình (12).

$$\begin{aligned}\tau_e(1) &= \tau_{es}(1) \cdot \sin \theta_m + \tau_{ec}(1) \cdot \cos \theta_m \\ &= T_e \cdot \sin(\theta_m + \alpha) \quad \dots (11)\end{aligned}$$

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{\tau_{ec}(1)}{\tau_{es}(1)}, \quad T_e = \sqrt{\tau_{es}(1)^2 + \tau_{ec}(1)^2} \quad \dots (12)$$

Tức là, pha  $\alpha$  thu được như là giá trị của hàm arctang của giá trị thu được bằng cách chia thành phần giá trị cosin  $\tau_{ec}(1)$  cho thành phần giá trị sin  $\tau_{es}(1)$ , và độ lớn  $T_e$  thu được làm căn bậc hai của tổng bình phương của thành phần giá trị sin  $\tau_{es}(1)$  và bình phương của thành phần giá trị cosin  $\tau_{ec}(1)$ .

Khi góc  $(\theta_m + \alpha)$  bằng  $0^\circ$ ,  $180^\circ$ , và  $360^\circ$  (cũng xem Fig.14 và Fig.16 được mô tả dưới đây), mômen xoắn đầu ra cho bậc lẻ luôn lấy giá trị 0, và do vậy tổng  $\tau_{ea}$  của mômen xoắn đầu ra cho bậc lẻ (loại trừ các thành phần bậc thứ nhất làm các thành phần sóng cơ bản) được biểu diễn bởi phương trình (13). Lưu ý rằng giá trị giới hạn trên  $D$  bằng giá trị ở phương trình (10).

$$\begin{aligned}\tau_{ea} &= \sum_{d=3}^D g(d) \cdot T_e \cdot \sin\{d \cdot (\theta_m + \alpha)\} \\ &= \sum_{d=3}^D [\tau_{es} * (d) \cdot \sin(d \cdot \theta_m) + \tau_{ec} * (d) \cdot \cos(d \cdot \theta_m)] \quad \dots (13)\end{aligned}$$

Đỉnh của tổng  $\tau_{ea}$  có thể được giảm bằng cách thiết lập hệ số  $g(d)$  ở phương trình thứ nhất của bên tay phải của phương trình (13) dựa vào bậc  $d$  và giá trị giới hạn trên  $D$ . Cụ thể là, nếu giá trị giới hạn trên  $D$  được gán vô cực, hệ số  $g(d)$  nên được gán bằng  $1/d$  của hệ số  $g(1)$  dựa vào phương trình

(10). Nhờ đó, đỉnh của tổng  $\tau_{ea}$  có thể là giá trị nhỏ nhất của nó. Giả sử rằng phương trình  $g(1) = 1$  đúng trong phần mô tả sau trừ khi được lưu ý khác.

Nói cách khác, tổng  $\tau_{ea}$  có thể được viết lại cho phương trình thứ hai của bên tay phải của phương trình (13) bằng cách đưa vào thành phần giá trị sin lệnh mômen xoắn bậc lẻ  $\tau_{es}^*(d)$  và thành phần giá trị cosin lệnh mômen xoắn bậc lẻ  $\tau_{ec}^*(d)$ . Do vậy, thành phần giá trị sin lệnh mômen xoắn bậc lẻ  $\tau_{es}^*(d)$  và thành phần giá trị cosin lệnh mômen xoắn bậc lẻ  $\tau_{ec}^*(d)$  có thể thu được bởi các phương trình (14):

$$\begin{aligned}\tau_{es} * (d) &= g(d) \cdot T_e \cdot \cos(d \cdot \alpha), \\ \tau_{ec} * (d) &= g(d) \cdot T_e \cdot \sin(d \cdot \alpha) \quad \dots (14)\end{aligned}$$

Tính toán ở các phương trình (14) đạt được bởi khối tạo lệnh mômen xoắn bậc lẻ 105r theo cách sau. Bộ nhân 1053 nhân hệ số  $g(d)$  và độ lớn  $T_e$  cho mỗi bậc  $d$  để thu thập tích số  $g(d) \cdot T_e$ . Bộ nhân 1054 nhân bậc  $d$  và pha  $\alpha$  cho mỗi bậc  $d$  để thu thập tích số  $d \cdot \alpha$ .

Khối tạo giá trị cosin 1055 thu thập giá trị cosin  $\cos(d \cdot \alpha)$  của tích số  $d \cdot \alpha$  cho mỗi bậc  $d$ , và khối tạo giá trị sin 1056 thu thập giá trị sin  $\sin(d \cdot \alpha)$  của tích số  $d \cdot \alpha$  cho mỗi bậc  $d$ . Bộ nhân 1057 nhân tích số  $g(d) \cdot T_e$  và giá trị cosin  $\cos(d \cdot \alpha)$  cho mỗi bậc  $d$  để thu thập thành phần giá trị sin lệnh mômen xoắn bậc lẻ  $\tau_{es}^*(d)$ . Bộ nhân 1058 nhân tích số  $g(d) \cdot T_e$  và giá trị sin  $\sin(d \cdot \alpha)$  cho mỗi bậc  $d$  để thu thập thành phần giá trị cosin lệnh mômen xoắn bậc lẻ  $\tau_{ec}^*(d)$ .

Fig.14 là biểu đồ thể hiện ví dụ thứ nhất của các dạng sóng của các thành phần bậc lẻ của mômen xoắn đầu ra theo phương án thực hiện thứ ba. Fig.15 là biểu đồ thể hiện dạng sóng của tổng của các thành phần bậc lẻ được thể hiện trên Fig.14. Ở ví dụ thứ nhất này, giá trị giới hạn trên  $D$  được

gán bằng số lẻ 3. Ở trường hợp của ví dụ thứ nhất, đỉnh của dạng sóng của tổng các thành phần bậc lẻ được giảm tối đa bằng cách gán hệ số  $g(3)$  bằng  $1/6$ .

Fig.16 là biểu đồ thể hiện ví dụ thứ hai của các dạng sóng của các thành phần bậc lẻ của mômen xoắn đầu ra theo phương án thực hiện thứ ba. Fig.17 là biểu đồ thể hiện dạng sóng của tổng của các thành phần bậc lẻ được thể hiện trên Fig.16. Ở ví dụ thứ hai, giá trị giới hạn trên D được gán bằng số lẻ 5. Ở trường hợp của ví dụ thứ hai, đỉnh của dạng sóng của tổng của các thành phần bậc lẻ được giảm tối đa bằng cách thiết lập hệ số  $g(3)$  bằng 0,232 và hệ số  $g(5)$  bằng 0,06.

Trong mỗi ví dụ của các ví dụ thứ nhất là thứ hai, đỉnh của các thành phần sóng cơ bản  $\tau e(1)$  được vẽ bằng 1. Có thể thấy rằng, trong mỗi ví dụ của các ví dụ thứ nhất và thứ hai, dạng sóng của tổng các thành phần bậc lẻ có đỉnh nhỏ hơn đỉnh của các thành phần sóng cơ bản  $\tau e(1)$ . Xem xét phương trình (10), có thể thấy rằng đỉnh của dạng sóng chạm gần giá trị  $(\pi/4)$  khi giá trị giới hạn trên D tăng, cùng với Fig.14 đến Fig.16.

Như nêu trên, thành phần bậc thứ nhất của mômen xoắn dao động  $\tau v$  có thể bị triệt, và đỉnh của mômen xoắn đầu ra  $\tau e$  có thể bị triệt.

Khối tính toán giá trị tổng hợp  $11y$  ở trên cùng của Fig.12 có thể được thay thế bằng khối tính toán giá trị tổng hợp  $11y1$ , và bộ cộng  $11t$  có thể còn có hàm của bộ cộng  $11s$  như theo phương án thực hiện thứ hai.

Thành phần giá trị sin  $\tau es(e)$  và thành phần giá trị cosin  $\tau ec(e)$  cho bậc chẵn, thành phần giá trị sin  $\tau es(d)$  và thành phần giá trị cosin  $\tau ec(d)$  cho bậc lẻ, và thành phần giá trị sin lệnh mômen xoắn bậc lẻ  $\tau es^*(d)$  và thành phần giá trị cosin lệnh mômen xoắn bậc lẻ  $\tau ec^*(d)$  không được chia tỷ lệ với mômen xoắn dao động  $\tau v$ , và do vậy có thể được khuếch đại riêng rẽ cho

mỗi bậc trước khi được đưa vào khối tính toán lượng hiệu chỉnh 105h.

#### Phương án thực hiện thứ tư

Trong trường hợp này, không cần giảm gọn sóng của mômen xoắn đầu ra te cho bậc chặn theo phương án thực hiện thứ ba. Trong trường hợp này, khối xuất ra bậc chặn mômen xoắn đầu ra 105D có thể bị loại bỏ khỏi cấu hình được thể hiện theo phương án thực hiện thứ ba.

Fig.18 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của khối hiệu chỉnh dòng điện trực ực 105 được sử dụng theo phương án thực hiện. Khối hiệu chỉnh dòng điện trực ực 105 gồm khối trích rút gọn sóng góc 105a, khối ước tính mômen xoắn đầu ra 105d, khối tính toán lượng hiệu chỉnh 105h, thành phần sóng cơ bản khối chia theo tỷ lệ 105C, và khối xuất ra bậc lẻ mômen xoắn đầu ra 105E như theo phương án thực hiện thứ ba. Khối xuất ra bậc chặn mômen xoắn đầu ra 105D, tuy nhiên, không được bao gồm như nêu trên.

Fig.19 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của khối tính toán lượng hiệu chỉnh 105h theo phương án thực hiện. Khối tính toán lượng hiệu chỉnh 105h gồm khối tính toán giá trị tổng hợp 11y, khối tính toán giá trị tổng hợp 11y1, bộ cộng 11t, và hai khối điều khiển PI 11h được thể hiện theo phương án thực hiện thứ ba. Ngược lại với phương án thực hiện thứ ba, tuy nhiên, thành phần giá trị  $\sin \text{tes}(e)$  và thành phần giá trị  $\cos \text{tec}(e)$  cho bậc chặn không được đề cập theo phương án thực hiện. Do vậy, một trong các khối điều khiển PI 11h và khối tính toán giá trị tổng hợp 11y1 thu thập giá trị tổng hợp từ các độ lệch cho bậc lẻ, ở đây các độ lệch  $\Delta \text{tes}(3)$  và  $\Delta \text{tec}(3)$  cho bậc thứ 3, theo phương án thực hiện.

Theo phương án thực hiện, khối tính toán lượng hiệu chỉnh 105h không

liên quan đến thành phần giá trị sin  $\tau(e)$  và thành phần giá trị cosin  $\tau(e)$  cho bậc chẵn. Do vậy, không cần đưa bậc chẵn  $e$  vào khối tính toán lượng hiệu chỉnh 105h (xem Fig.18).

Hiệu quả giảm giá trị đỉnh của dòng điện động cơ có thể thu được cũng theo phương án thực hiện như theo phương án thực hiện thứ ba.

#### Phương án thực hiện thứ năm

Theo phương án thực hiện, ngược lại với phương án thực hiện thứ ba, kỹ thuật giảm giá trị đỉnh của dòng điện động cơ thông qua điều khiển sử dụng các thành phần cho bậc chẵn trong khi giảm gọn sóng của mômen xoắn đầu ra  $\tau$  cho bậc lẻ được mô tả.

Fig.20 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của khối hiệu chỉnh dòng điện trực ực 105 được sử dụng theo phương án thực hiện. Khối hiệu chỉnh dòng điện trực ực 105 gồm khối trích rút gọn sóng góc 105a, khối ước tính mômen xoắn đầu ra 105d, khối tính toán lượng hiệu chỉnh 105h, và thành phần sóng cơ bản khối chia theo tỷ lệ 105C như theo phương án thực hiện thứ ba. Theo phương án thực hiện, tuy nhiên, khối xuất ra bậc chẵn mômen xoắn đầu ra 105D và khối xuất ra bậc lẻ mômen xoắn đầu ra 105E theo phương án thực hiện thứ ba lần lượt được thay bằng khối xuất ra bậc lẻ mômen xoắn đầu ra 105F và khối xuất ra bậc chẵn mômen xoắn đầu ra 105G.

Khối xuất ra bậc lẻ mômen xoắn đầu ra 105F gồm khối trích rút thành phần bậc lẻ 105q. Khối trích rút thành phần bậc lẻ 105q đã được mô tả theo phương án thực hiện thứ ba, và do vậy các chi tiết của nó được bỏ qua ở đây. Khối trích rút thành phần bậc lẻ 105q thu thập thành phần giá trị sin  $\tau(d)$  và thành phần giá trị cosin  $\tau(c)$  như là các thành phần (các thành phần

triệt bậc lẻ mômen xoắn đầu ra) để triệt mômen xoắn đầu ra cho bậc lẻ.

Khối xuất ra bậc chẵn mômen xoắn đầu ra 105G gồm khối trích rút thành phần bậc chẵn 105p, khối tạo lệnh mômen xoắn bậc chẵn 105t, và bộ trừ 105u.

Khối trích rút thành phần bậc chẵn 105p đã được mô tả theo phương án thực hiện thứ ba, và do vậy các chi tiết của nó được bỏ qua ở đây. Khối trích rút thành phần bậc chẵn 105p xuất ra thành phần giá trị sin  $\tau_{es}(e)$  và thành phần giá trị cosin  $\tau_{ec}(e)$ .

Khối tạo lệnh mômen xoắn bậc chẵn 105t thu thập giá trị lệnh (ở đây được gọi là “thành phần giá trị sin lệnh mômen xoắn bậc chẵn”)  $\tau_{es}^*(e)$  của thành phần giá trị sin  $\tau_{es}(e)$  và giá trị lệnh (ở đây được gọi là “thành phần giá trị cosin lệnh mômen xoắn bậc chẵn”)  $\tau_{ec}^*(e)$  của thành phần giá trị cosin  $\tau_{ec}(e)$ . Các chi tiết của nó sẽ được mô tả dưới đây.

Bộ trừ 105u thu thập độ lệch  $\Delta\tau_{es}(e)$  của thành phần giá trị sin  $\tau_{es}(e)$  từ thành phần giá trị sin lệnh mômen xoắn bậc chẵn  $\tau_{es}^*(e)$  và độ lệch  $\Delta\tau_{ec}(e)$  của thành phần giá trị cosin  $\tau_{ec}(e)$  từ thành phần giá trị cosin lệnh mômen xoắn bậc chẵn  $\tau_{ec}^*(e)$ . Cụ thể là, các phương trình  $\Delta\tau_{es}(e) = \tau_{es}(e) - \tau_{es}^*(e)$  và  $\Delta\tau_{ec}(e) = \tau_{ec}(e) - \tau_{ec}^*(e)$  đúng.

Các bậc  $e$  có thể được sử dụng. Trong trường hợp này, các khối trích rút thành phần bậc chẵn 105p, các khối tạo lệnh mômen xoắn bậc chẵn 105t, và các bộ trừ 105u có thể được bố trí trong khối xuất ra bậc chẵn mômen xoắn đầu ra 105G cho các bậc riêng rẽ  $e$ .

Phần mô tả sẽ được thực hiện dưới đây bằng cách lấy, làm ví dụ, trường hợp trong đó các phương trình  $d = 3$  và  $e = 2$  đúng cho đơn giản cũng theo phương án thực hiện. Fig.21 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của khối tính toán lượng hiệu chỉnh 105h theo phương án thực hiện. Khối tính toán

lượng hiệu chỉnh 105h gồm ba khối điều khiển PI 11h, khối tính toán giá trị tổng hợp 11y, hai khối tính toán giá trị tổng hợp 11y1, và bộ cộng 11t. Chính cấu hình được thể hiện ở đây giống hệt cấu hình được thể hiện trên Fig.12.

Tuy nhiên, các đầu vào trong khối điều khiển PI 11h ở giữa và ở dưới cùng khác với các đầu vào theo phương án thực hiện thứ ba. Theo phương án thực hiện, các thành phần cho bậc lẻ được xem xét cho gọn sóng của mômen xoắn đầu ra, và các thành phần cho bậc chẵn được xem xét cho việc triệt giá trị đỉnh của dòng điện động cơ. Do vậy, thành phần giá trị sin  $\tau_{es}(3)$ , thành phần giá trị cosin  $\tau_{ec}(3)$ , và các độ lệch  $\Delta\tau_{es}(2)$  và  $\Delta\tau_{ec}(2)$  được lần lượt sử dụng thay cho các độ lệch  $\Delta\tau_{es}(3)$  và  $\Delta\tau_{ec}(3)$ , thành phần giá trị sin  $\tau_{es}(2)$ , và thành phần giá trị cosin  $\tau_{ec}(2)$  theo phương án thực hiện thứ ba.

Fig.22 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của khối tạo lệnh mômen xoắn bậc chẵn 105t. Khối tạo lệnh mômen xoắn bậc chẵn 105t gồm khối trích rút thành phần bậc 0 1050, khối tính toán biên độ 1051, khối tính toán pha 1052, các bộ nhân 1054, 1057, và 1058, khối tạo giá trị cosin 1055, khối tạo giá trị sin 1056, khối tính toán biên độ bậc chẵn 1059, và bộ cộng 1053b.

Khối tính toán biên độ 1051, khối tính toán pha 1052, các bộ nhân 1054, 1057, và 1058, khối tạo giá trị cosin 1055, và khối tạo giá trị sin 1056 đã được mô tả theo phương án thực hiện thứ ba, và do vậy phần mô tả của nó bị bỏ qua ở đây.

Theo phương án thực hiện, tuy nhiên, bậc chẵn e được bố trí cho bộ nhân 1054 thay cho bậc lẻ d. Do vậy, bộ nhân 1054 xuất ra không phải tích số  $d \cdot \alpha$  mà tích số  $e \cdot \alpha$ .



Bộ nhân 1057 nhận giá trị cosin  $\cos(e \cdot \alpha + k)$  làm đầu vào thay cho giá trị cosin  $\cos(d \cdot \alpha)$  được thể hiện theo phương án thực hiện thứ ba. Bộ nhân 1058 nhận giá trị sin  $\sin(e \cdot \alpha + k)$  làm đầu vào thay cho giá trị sin  $\sin(d \cdot \alpha)$  được thể hiện theo phương án thực hiện thứ ba.

Theo phương án thực hiện, khối tạo giá trị cosin 1055 và khối tạo giá trị sin 1056 mà mỗi khối nhận giá trị  $(e \cdot \alpha + k)$  làm đầu vào để thu thập giá trị cosin  $\cos(e \cdot \alpha + k)$  và giá trị sin  $\sin(e \cdot \alpha + k)$ . Để thu thập giá trị  $(e \cdot \alpha + k)$ , tích số  $e \cdot \alpha$  thu được từ bộ nhân 1054 và lượng dịch chuyển  $k$  được cộng bởi bộ cộng 1053b.

Các bộ nhân 1057 và 1058 mà mỗi bộ nhận độ lớn  $Te(e)$  của các thành phần bậc chẵn làm đầu vào thay cho tích số  $g(d) \cdot Te$  được thể hiện theo phương án thực hiện thứ ba. Theo phương án thực hiện thứ ba, tích số  $g(d) \cdot Te$  được đưa vào trong mỗi bộ trong các bộ nhân 1057 và 1058 được xác định bởi hệ số  $g(d)$  dựa vào sóng hình chữ nhật và độ lớn  $Te$  của các thành phần sóng cơ bản  $te(1)$  của mômen xoắn đầu ra  $te$ . Tuy nhiên, việc triệt dòng điện sử dụng các thành phần cho bậc chẵn còn phức tạp vì lý do nêu dưới đây, và cần thực hiện tính toán cũng sử dụng thành phần bậc 0  $te(0)$  của mômen xoắn đầu ra  $te$ .

Do cần tính toán, khối trích rút thành phần bậc 0 1050 và khối tính toán biên độ bậc chẵn 1059 được bố trí cho khối tạo lệnh mômen xoắn bậc chẵn 105t. Khối trích rút thành phần bậc 0 1050 trích rút thành phần bậc 0  $te(0)$  từ mômen xoắn đầu ra  $te$  làm thành phần không đổi của nó. Chính việc trích rút đã đạt được theo công nghệ đã biết, và do vậy việc mô tả nó bị bỏ qua.

Fig.23 là biểu đồ thể hiện các thành phần của mômen xoắn đầu ra khi chỉ phương trình  $e = 2$  đúng cho bậc chẵn  $e$ . Độ lớn của các thành phần bậc

2  $\tau_e(2)$  của mômen xoắn đầu ra  $\tau_e$  được yêu cầu để giảm giá trị đỉnh của dòng điện động cơ phụ thuộc vào dạng sóng của tổng của thành phần bậc 0  $\tau_e(0)$  và các thành phần sóng cơ bản  $\tau_e(1)$  của mômen xoắn đầu ra  $\tau_e$ . Các thành phần bậc 2  $\tau_e(2)$  thay đổi để có cùng độ lớn  $\tau_e(2)$  theo các hướng âm và dương từ giá trị 0. Nói cách khác, tổng nêu trên ( $\tau_e(0) + \tau_e(1)$ ) bất đối xứng theo các hướng âm và dương. Do vậy cần xác định độ lớn  $\tau_e(2)$  sao cho mỗi giá trị trong giá trị tuyệt đối của giá trị lớn nhất (theo hướng dương) và giá trị tuyệt đối của giá trị nhỏ nhất (theo hướng âm) của tổng ( $\tau_e(0) + \tau_e(1) + \tau_e(2)$ ) nhỏ hơn giá trị lớn hơn của giá trị tuyệt đối của giá trị lớn nhất (theo hướng dương) và giá trị tuyệt đối của giá trị nhỏ nhất (theo hướng âm) của tổng ( $\tau_e(0) + \tau_e(1)$ ).

Trên Fig.23, giá trị lớn hơn của giá trị tuyệt đối (xấp xỉ 2,2) của giá trị lớn nhất (theo hướng dương) và giá trị tuyệt đối (xấp xỉ 0,2) của giá trị nhỏ nhất (theo hướng âm) của tổng ( $\tau_e(0) + \tau_e(1)$ ) là giá trị tuyệt đối của giá trị lớn nhất (theo hướng dương), và mỗi giá trị trong giá trị tuyệt đối (xấp xỉ 1,85) của giá trị lớn nhất (theo hướng dương) và giá trị tuyệt đối (xấp xỉ 0,6) của giá trị nhỏ nhất (theo hướng âm) của tổng ( $\tau_e(0) + \tau_e(1) + \tau_e(2)$ ) nhỏ hơn giá trị tuyệt đối của giá trị lớn nhất (theo hướng dương) của tổng ( $\tau_e(0) + \tau_e(1)$ ).

Như thấy rõ từ Fig.23, tuy nhiên, tổng ( $\tau_e(0) + \tau_e(1)$ ) lệch nhiều hơn theo hướng dương, và do vậy pha trong đó các thành phần bậc 2  $\tau_e(2)$  lấy giá trị cực bộ nhỏ nhất được yêu cầu để so khớp pha trong đó tổng ( $\tau_e(0) + \tau_e(1)$ ) lấy giá trị cực bộ lớn nhất. Do vậy, giá trị  $\pi/2$  được sử dụng làm lượng dịch chuyển nêu trên k khi phương trình  $e = 2$  đúng.

Fig.24 là biểu đồ thể hiện giới hạn trên của độ lớn  $\tau_e(2)$ , và độ lớn  $\tau_e(0)$  của thành phần bậc 0  $\tau_e(0)$  được biểu diễn trên trục ngang sử dụng độ

lớn Te. Bất phương trình  $0 \leq \text{Te}(0) \leq (1/4) \cdot \text{Te}$  được thỏa mãn trong khu vực (I), bất phương trình  $(1/4) \cdot \text{Te} \leq \text{Te}(0) \leq ((4 - \sqrt{2})/8) \cdot \text{Te}$  được thỏa mãn trong khu vực (II), và bất phương trình  $((4 - \sqrt{2})/8) \cdot \text{Te} \leq \text{Te}(0)$  được thỏa mãn trong khu vực (III). Trong khu vực (I), giới hạn trên của độ lớn Te(2) bằng độ lớn Te(0). Trong khu vực (III), giới hạn trên của độ lớn Te(2) bằng độ lớn  $\text{Te}/2\sqrt{2}$ . Trong khu vực (II), giới hạn trên của độ lớn Te(2) là hàm của các độ lớn Te(0) và Te, và là  $\text{Te} \cdot \text{Te} / (8(\text{Te} - 2 \cdot \text{Te}(0)))$ .

Khi độ lớn Te(2) bằng hoặc nhỏ hơn giới hạn trên được nêu trên, mức độ triệt giá trị đỉnh của dòng điện động cơ trở nên dễ thấy khi độ lớn Te(2) tăng, nhưng, khi độ lớn Te(2) lấy giá trị lớn hơn giới hạn trên, giá trị đỉnh của dòng điện động cơ không thể bị giới hạn. Do vậy, mong muốn rằng độ lớn Te(2) lấy giới hạn trên. Như nêu trên, độ lớn Te(2) thu được bởi khối tính toán biên độ bậc chẵn 1059.

Trên Fig.23, do các phương trình  $\text{Te} = 1,2$  và  $\text{Te}(0) = 1,0$  đúng, và các điều kiện được thể hiện trong khu vực (III) được thỏa mãn, phương trình  $\text{Te}(2) = \text{Te}/2\sqrt{2}$  (xấp xỉ 0,43) được sử dụng.

Mong muốn rằng lượng dịch chuyển k lấy giá trị  $\pi/2$  khi phương trình  $e = 2, 6, 10, \dots$  đúng, và lấy giá trị  $3\pi/2$  khi phương trình  $e = 4, 8, 12, \dots$  đúng.

Mômen xoắn đầu ra te thường thỏa mãn các điều kiện trong khu vực (III). Do vậy, cấu hình khác ngoài cấu hình được thể hiện trên Fig.22 có thể được sử dụng làm cấu hình của khối tạo lệnh mômen xoắn bậc chẵn 105t.

Fig.25 là sơ đồ khối thể hiện cấu hình còn lại của khối tạo lệnh mômen xoắn bậc chẵn 105t. Cấu hình khác với cấu hình của Fig.22 chỉ ở việc bậc chẵn e ( $e = 2$ ) được nhập vào, và bộ nhân 1053 mà sử dụng hệ số  $1/2\sqrt{2}$  làm bộ nhân được sử dụng thay cho khối trích rút thành phần bậc 0 1050 và khối tính toán biên độ bậc chẵn 1059, và do vậy mô tả chi tiết của nó bị bỏ

qua.

Mong muốn sử dụng  $(1/4) \cdot \cos(3\pi/8)$  làm hệ số nếu phương trình  $e = 4$  đúng.

#### Phương án thực hiện thứ sáu

Trong một số trường hợp, không cần giảm gọn sóng của mômen xoắn đầu ra  $\tau_e$  cho bậc lẻ theo phương án thực hiện thứ năm. Trong trường hợp này, khối xuất ra bậc lẻ mômen xoắn đầu ra 105F có thể bị loại bỏ khỏi cấu hình được thể hiện theo phương án thực hiện thứ năm.

Fig.26 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của khối hiệu chỉnh dòng điện trực ực 105 được sử dụng theo phương án thực hiện. Khối hiệu chỉnh dòng điện trực ực 105 gồm khối trích rút gọn sóng góc 105a, khối ước tính mômen xoắn đầu ra 105d, khối tính toán lượng hiệu chỉnh 105h, thành phần sóng cơ bản khối chia theo tỷ lệ 105C, và khối xuất ra bậc chẵn mômen xoắn đầu ra 105G như theo phương án thực hiện thứ năm. Khối xuất ra bậc lẻ mômen xoắn đầu ra 105F, tuy nhiên, không được bao gồm như nêu trên.

Fig.27 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của khối tính toán lượng hiệu chỉnh 105h theo phương án thực hiện. Khối tính toán lượng hiệu chỉnh 105h gồm khối tính toán giá trị tổng hợp 11y, khối tính toán giá trị tổng hợp 11y1, bộ cộng 11t, và hai khối điều khiển PI 11h được thể hiện theo phương án thực hiện thứ năm. Ngược lại với phương án thực hiện thứ năm, tuy nhiên, thành phần giá trị  $\sin \tau_{es}(d)$  và thành phần giá trị  $\cos \tau_{ec}(d)$  cho bậc lẻ không được đề cập theo phương án thực hiện. Do vậy, một trong các khối điều khiển PI 11h và khối tính toán giá trị tổng hợp 11y1 thu thập giá trị tổng hợp từ các độ lệch cho bậc chẵn, ở đây các độ lệch  $\Delta \tau_{es}(2)$  và

$\Delta\tau_{ec}(2)$  cho bậc thứ 2, theo phương án thực hiện.

Theo phương án thực hiện, khối tính toán lượng hiệu chỉnh 105h không liên quan đến thành phần giá trị  $\sin \tau_{es}(d)$  và thành phần giá trị  $\cos \tau_{ec}(d)$  cho bậc lẻ. Do vậy, không cần nhập bậc lẻ  $d$  vào khối tính toán lượng hiệu chỉnh 105h (xem Fig.26).

Hiệu quả giảm giá trị đỉnh của dòng điện động cơ cũng có thể thu được theo phương án thực hiện như theo phương án thực hiện thứ năm.

#### Phương án thực hiện thứ bảy

Theo phương án thực hiện thứ sáu, các thành phần bậc chẵn của mômen xoắn đầu ra  $\tau_e$  được xem xét giảm giá trị đỉnh của dòng điện động cơ. Ngoài ra, các thành phần bậc lẻ của mômen xoắn đầu ra  $\tau_e$  có thể được xem xét cùng mục đích.

Fig.28 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của khối hiệu chỉnh dòng điện trực  $\gamma_c$  105 được sử dụng theo phương án thực hiện. Khối hiệu chỉnh dòng điện trực  $\gamma_c$  105 gồm khối trích rút gọn sóng góc 105a, khối ước tính mômen xoắn đầu ra 105d, khối tính toán lượng hiệu chỉnh 105h, thành phần sóng cơ bản khối chia theo tỷ lệ 105C, và khối xuất ra bậc chẵn mômen xoắn đầu ra 105G như theo phương án thực hiện thứ sáu. Theo phương án thực hiện, khối hiệu chỉnh dòng điện trực  $\gamma_c$  105 còn gồm khối xuất ra bậc lẻ mômen xoắn đầu ra 105E (xem phương án thực hiện thứ tư).

Fig.29 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của khối tính toán lượng hiệu chỉnh 105h theo phương án thực hiện. Cấu hình khác với cấu hình được thể hiện trên Fig.21 chỉ ở việc các độ lệch  $\Delta\tau_{es}(3)$  và  $\Delta\tau_{ec}(3)$  được đưa vào thay cho thành phần giá trị  $\sin \tau_{es}(3)$  và thành phần giá trị  $\cos \tau_{ec}(3)$ .

Hiệu quả giảm giá trị đỉnh của dòng điện động cơ có thể còn thu được

với cấu hình này như theo phương án thực hiện thứ năm.

Tuy nhiên, trường hợp này phức tạp hơn để cải thiện giá trị đỉnh của dòng điện động cơ bằng cách tương tác giữa các thành phần bậc lẻ và các thành phần bậc chẵn.

Fig.30 là biểu đồ thể hiện các thành phần của mômen xoắn đầu ra khi chỉ các phương trình  $e = 2$  và  $d = 3$  được sử dụng theo phương án thực hiện. Do sự có mặt của các thành phần bậc thứ 2  $te(2)$  của mômen xoắn đầu ra  $te$ , pha mà trong đó các thành phần bậc thứ 3  $te(3)$  của mômen xoắn đầu ra  $te$ , được yêu cầu giảm giá trị đỉnh của dòng điện động cơ, lấy giá trị cực bộ lớn nhất so khớp pha mà trong đó các thành phần sóng cơ bản  $te(1)$  lấy giá trị cực bộ lớn nhất, ngược lại với trường hợp được thể hiện trên Fig.14.

Khi bất phương trình  $Te(0) \geq K2 \cdot Te$  đúng, độ lớn  $Te(2)$  của các thành phần bậc thứ 2  $te(2)$  và độ lớn  $Te(3)$  của các thành phần bậc thứ 3  $te(3)$  được tính toán bởi các phương trình (15) và (16) dưới đây:

$$Te(2) = - \frac{\cos\left(\frac{\pi}{10}\right) - 3 \cdot \frac{1 - \sin\left(\frac{\pi}{10}\right)}{1 - \sin\left(\frac{13\pi}{10}\right)} \cos\left(\frac{13\pi}{10}\right)}{2 \cos\left(\frac{7\pi}{10}\right) + 3 \cdot \frac{1 + \sin\left(\frac{7\pi}{10}\right)}{1 - \sin\left(\frac{13\pi}{10}\right)} \cos\left(\frac{13\pi}{10}\right)} \cdot Te$$

$$\approx K2 \cdot Te \quad \dots (15)$$

$$Te(3) = - \frac{1 - \sin\left(\frac{\pi}{10}\right)}{1 - \sin\left(\frac{13\pi}{10}\right)} \cdot Te + \frac{1 + \sin\left(\frac{7\pi}{10}\right)}{1 - \sin\left(\frac{13\pi}{10}\right)} \cdot Te(2)$$

$$= - \left\{ \frac{1 - \sin\left(\frac{\pi}{10}\right)}{1 - \sin\left(\frac{13\pi}{10}\right)} + \frac{\cos\left(\frac{\pi}{10}\right) - 3 \cdot \frac{1 - \sin\left(\frac{\pi}{10}\right)}{1 - \sin\left(\frac{13\pi}{10}\right)} \cos\left(\frac{13\pi}{10}\right)}{2 \cos\left(\frac{7\pi}{10}\right) + 3 \cdot \frac{1 + \sin\left(\frac{7\pi}{10}\right)}{1 - \sin\left(\frac{13\pi}{10}\right)} \cos\left(\frac{13\pi}{10}\right)} \cdot \frac{1 + \sin\left(\frac{7\pi}{10}\right)}{1 - \sin\left(\frac{13\pi}{10}\right)} \right\} \cdot$$

$Te$

$\approx$

$K3 \cdot Te$

$\dots (16)$

Fig.31 là biểu đồ thể hiện các giới hạn trên của các độ lớn  $Te(2)$  và  $Te(3)$ , và độ lớn  $Te(0)$  của thành phần bậc 0  $te(0)$  được biểu diễn trên trục ngang sử dụng độ lớn  $Te$ . Bất phương trình  $0 \leq Te(0) \leq (1/4) \cdot Te$  được thỏa mãn trong khu vực (IV), bất phương trình  $(1/4) \cdot Te \leq Te(0) \leq K2 \cdot Te$  được thỏa mãn trong khu vực (V), và bất phương trình  $K2 \cdot Te \leq Te(0)$  được thỏa mãn trong khu vực (VI). Trong các khu vực (IV) và (V), giới hạn trên của độ lớn  $Te(2)$  bằng độ lớn  $Te(0)$ . Mong muốn là độ lớn  $Te(3)$  bằng 0 trong khu vực (IV). Trong khu vực (V), giới hạn trên của độ lớn  $Te(3)$  là hàm của các độ lớn  $Te(0)$  và  $Te$ , và bằng  $[K3/(4 \cdot K2 - 1)] \cdot (4 \cdot Te(0) - Te)$ . Trong khu vực (VI), các độ lớn như được thể hiện trên các phương trình (15) và (16).

Khi các độ lớn  $Te(2)$  và  $Te(3)$  bằng hoặc nhỏ hơn các giới hạn trên nêu trên, mức độ triệt giá trị đỉnh của dòng điện động cơ trở nên rõ ràng khi các độ lớn  $Te(2)$  và  $Te(3)$  tăng, nhưng, khi các độ lớn  $Te(2)$  và  $Te(3)$  lấy các giá trị lớn hơn các giới hạn trên, giá trị đỉnh của dòng điện động cơ có thể không bị giới hạn. Do vậy mong muốn là các độ lớn  $Te(2)$  và  $Te(3)$  lấy các giới hạn trên.

Vì lý do này, bằng cách giả sử các điều kiện trong khu vực (VI) được thỏa mãn một cách thuận tiện theo phương án thực hiện, khối tạo lệnh mômen xoắn bậc chẵn 105t có thể sử dụng cấu hình được thể hiện trên Fig.25, và sử dụng hệ số  $K2$  ( $\approx 0,553$ ) thay cho hệ số  $1/2\sqrt{2}$ , và khối tạo lệnh mômen xoắn bậc lẻ 105r có thể sử dụng cấu hình được thể hiện trên Fig.13, và sử dụng hệ số  $(-K3)$  ( $\approx -0,171$ ) (dấu trừ được yêu cầu do pha của các thành phần bậc thứ 3  $te(3)$  khác với theo phương án thực hiện thứ ba  $180^\circ$ ) thay cho hệ số  $g(d)$  ( $d = 3$ ).

Theo cách khác, nếu các khu vực (IV) và (V) được xem xét, khối tạo lệnh mômen xoắn bậc chẵn 105t sử dụng cấu hình được thể hiện trên

Fig.22, và khối tính toán biên độ bậc chẵn 1059 thu thập độ lớn  $Te(2)$  bằng cách giả sử rằng phương trình  $e = 2$  đúng. Khối tạo lệnh mômen xoắn bậc lẻ 105r sử dụng bậc lẻ  $d (= 3)$  thay cho bậc chẵn  $e$  trong cấu hình được thể hiện trên Fig.22. Khối mà thu thập độ lớn  $Te(3)$  được sử dụng thay cho khối tính toán biên độ bậc chẵn 1059. Tuy nhiên, giá trị  $\pi$  được sử dụng làm lượng dịch chuyển  $k$  được thể hiện trên Fig.22 để khiến pha mà trong đó các thành phần bậc 3  $te(3)$  lấy giá trị cực bộ lớn nhất để so khớp với pha mà trong đó các thành phần sóng cơ bản  $te(1)$  lấy giá trị cực bộ lớn nhất.

Ở trường hợp trong đó tần số sóng cơ bản của mômen xoắn dao động  $\tau v$  tương ứng với phương trình  $n = 2$  như trong trường hợp trong đó tải cơ học là bộ nén hai xy lanh, rõ ràng là các phương án thực hiện từ thứ ba đến thứ bảy có thể áp dụng bằng cách dịch số lẻ  $d$  trong phần mô tả nêu trên thành số nguyên  $2 \cdot d$  và dịch số chẵn  $e$  trong phần mô tả nêu trên thành số nguyên  $2 \cdot e$ .

#### Phương án thực hiện thứ tám

Fig.32 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của thiết bị tạo lệnh từ thông sơ cấp 103 được sử dụng trong thiết bị điều khiển động cơ 1 theo phương án thực hiện thứ tám. Thiết bị tạo lệnh từ thông sơ cấp 103 nhận dòng điện trực  $dc\ i_{dc}$ , dòng điện trực  $yc\ i_{yc}$ , bậc  $n$ , và góc quay  $\theta_m$  làm các đầu vào, và xuất ra lệnh từ thông sơ cấp  $\Lambda\delta^*$  đến khối điều khiển từ thông 102. Thiết bị tạo lệnh từ thông sơ cấp 103 có thể được bố trí trong thiết bị điều khiển động cơ 1 được minh họa trên Fig.1.

Thiết bị tạo lệnh từ thông sơ cấp 103 gồm khối trích rút thành phần bậc 0 103a, khối trích rút thành phần bậc thứ  $n$  103b, khối tính toán giá trị tổng hợp 103c, bộ cộng 103d, và khối thiết lập lệnh từ thông 103e.



Khối trích rút thành phần bậc 0 103a thực hiện biến đổi Fourier sử dụng dòng điện trực  $y_c$  làm hàm  $F(\theta_m)$  trong các phương trình (8) để thu thập giá trị  $a_0$  làm thành phần bậc 0  $y_c(0)$  của dòng điện trực  $y_c$ .

Khối trích rút thành phần bậc thứ  $n$  103b cũng thực hiện biến đổi Fourier sử dụng dòng điện trực  $y_c$  làm hàm  $F(\theta_m)$  trong các phương trình (8) để thu thập giá trị  $b_n$  làm thành phần giá trị  $\sin y_{cs}(n)$  của dòng điện trực  $y_c$  cho bậc thứ  $n$  và giá trị  $a_n$  làm thành phần giá trị  $\cos y_{cc}(n)$  của dòng điện trực  $y_c$  cho bậc thứ  $n$ .

Khối tính toán giá trị tổng hợp 103c kết hợp thành phần giá trị  $\sin y_{cs}(n)$  và thành phần giá trị  $\cos y_{cc}(n)$  như với khối tính toán giá trị tổng hợp 11y để thu thập giá trị hiệu chỉnh dòng điện trực  $y_c$  thứ hai  $\Delta y_{c2}$ . Kết hợp này tương ứng với việc thu thập giá trị tổng hợp của thành phần bậc thứ  $n$  của dòng điện trực  $y_c$  làm giá trị hiệu chỉnh dòng điện trực  $y_c$  thứ hai  $\Delta y_{c2}$ .

Bộ cộng 103d cộng thành phần bậc 0  $y_c(0)$  và giá trị hiệu chỉnh dòng điện trực  $y_c$  thứ hai  $\Delta y_{c2}$  để thu thập dòng điện trực  $y_c$  được hiệu chỉnh thứ hai  $y_{c2}$ . Khối thiết lập lệnh từ thông 103e tính toán lệnh từ thông sơ cấp  $\Lambda \delta^*$  dựa vào dòng điện trực  $\delta c$  i $\delta c$  và dòng điện trực  $y_c$  được hiệu chỉnh thứ hai  $y_{c2}$ .

Trong khi hàm của khối thiết lập lệnh từ thông 103e được biết, chẳng hạn, ở Bảng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 5556875, khối thiết lập lệnh từ thông 103e thiết lập lệnh từ thông sơ cấp  $\Lambda \delta^*$  bằng các phương trình được thể hiện dưới đây bằng cách đưa vào từ thông dạng trường  $\Lambda_0$  và thành phần  $L_d$  của trực  $d$  và thành phần  $L_q$  của trực  $q$  của điện cảm của động cơ đồng bộ 3, chẳng hạn. Trực  $q$  dẫn trước trực  $d$  bởi góc điện  $90^\circ$ .

$$\Lambda\delta^* = \sqrt{(\Lambda_0 - I_a \cdot \sin \beta^*)^2 + (L_q \cdot I_a \cdot \cos \beta^*)^2}$$

$$\beta^* = \sin^{-1} \left[ \frac{-\Lambda_0 + \Lambda_0^2 + 8 \cdot (L_q - L_d)^2 \cdot I_a^2}{4 \cdot (L_q - L_d) \cdot I_a} \right]$$

$$I_a = \sqrt{i\delta c^2 + iyc2^2} \quad \dots (17)$$

Điều khiển từ thông sơ cấp dựa trên lệnh từ thông sơ cấp  $\Lambda\delta^*$  được xác định sử dụng các phương trình (17) tăng tối đa mômen xoắn so với độ lớn của dòng điện [I]. Từ thông dạng trường  $\Lambda_0$  và điện cảm của động cơ đồng bộ 3 là các hằng số dụng cụ của động cơ đồng bộ 3, và do vậy có thể được lưu trữ trong thiết bị tạo lệnh từ thông sơ cấp 103.

Có thể thấy rằng góc  $\beta^*$  là góc mà nhờ đó dòng điện  $I_a$  dẫn trước trục q. Có thể thấy rằng dòng điện  $I_a$  là giá trị tuyệt đối của dòng điện [I]. Có thể thấy rằng lệnh từ thông sơ cấp  $\Lambda\delta^*$  thu được dựa vào dòng điện trục yc được hiệu chỉnh thứ hai  $iyc2$ , dòng điện trục dc  $i\delta c$ , từ thông dạng trường  $\Lambda_0$ , và điện cảm của động cơ đồng bộ 3.

Theo cách khác, phương trình  $I_a = \sqrt{(i_d \cdot i_d + i_q \cdot i_q)}$  có thể được sử dụng thay cho phương trình thứ ba của các phương trình (17) bằng cách đưa vào thành phần trục d  $i_d$  và thành phần trục q  $i_q$  của dòng điện [I]. Lưu ý rằng, trong trường hợp này, các mối quan hệ trong các phương trình (18) được thể hiện dưới đây được thiết lập bằng cách đưa vào góc tải  $\varphi$  và biên độ  $\Lambda\delta$  của từ thông sơ cấp (xem Bảng đặc quyền sáng chế Nhật Bản số 5556875).

$$\tau_e = P \cdot \Lambda\delta \cdot I_a \cdot \cos(\varphi - \beta), \quad \tan \beta = -\frac{i_d}{i_q},$$

$$\lambda\delta \cdot \sin \varphi = L_q \cdot i_q, \quad \lambda\delta \cdot \cos \varphi = L_d \cdot i_d + \Lambda_0 \quad \dots (18)$$

Fig.33 là sơ đồ thể hiện sự phụ thuộc của lệnh từ thông sơ cấp  $\Lambda\delta^*$  thu được bởi phương trình (17) trên dòng điện trục yc được hiệu chỉnh thứ hai  $iyc2$ , nói cách khác, biểu đồ thể hiện lệnh từ thông sơ cấp  $\Lambda\delta^*$  được thiết

lập bởi dòng điện trực ực được hiệu chỉnh thứ hai ực2. Lệnh từ thông sơ cấp  $\Lambda\delta^*$  tăng đơn điệu với việc tăng dòng điện trực ực được hiệu chỉnh thứ hai ực2.

Thay vì thực hiện tính toán trong các phương trình (17), khối thiết lập lệnh từ thông 103e có thể thực hiện tính toán sử dụng phép xấp xỉ. Theo cách khác, khối thiết lập lệnh từ thông 103e có thể lưu trữ trước bảng gồm các kết quả tính toán, và thu thập lệnh từ thông sơ cấp  $\Lambda\delta^*$  dựa vào bảng thay vì thực hiện tính toán tuần tự.

Như nêu trên, bằng cách thu thập lệnh từ thông sơ cấp  $\Lambda\delta^*$  khi xem xét thành phần bậc thứ ns của dòng điện trực ực ực, điều khiển từ thông sơ cấp có thể được thực hiện đáp lại biến thể của dòng điện trực ực ực, bị ảnh hưởng bởi thành phần bậc thứ ns của mômen xoắn đầu ra  $\tau_e$  và mômen xoắn dao động  $\tau_v$ . Như có thể thấy từ phương trình (7), dòng điện trực ực ực là tham số liên quan đến mômen xoắn đầu ra  $\tau_e$ , được điều khiển sao cho phương trình  $\lambda_{yc} = 0$  đúng, cụ thể là, trong điều khiển từ thông sơ cấp, và do vậy trở thành tham số chính trong trường hợp mà lệnh từ thông sơ cấp  $\Lambda\delta^*$  làm giá trị lệnh của thành phần trực ực  $\lambda_{dc}$  của từ thông sơ cấp được thiết lập theo mômen xoắn đầu ra  $\tau_e$  (do số cặp cực P là riêng cho động cơ đồng bộ 3, và có giá trị cố định).

Lệnh từ thông sơ cấp  $\Lambda\delta^*$  có thể được thiết lập từ thành phần bậc 0 và thành phần bậc thứ ns của mômen xoắn đầu ra  $\tau_e$  (bất kể liệu đây có phải giá trị dò được hoặc giá trị được ước tính). Trong trường hợp này, các lượng khác nhau trong thiết bị tạo lệnh từ thông sơ cấp 103 như được thể hiện trên Fig.35. Thành phần bậc 0  $\tau_e(0)$  của mômen xoắn đầu ra  $\tau_e$ , thành phần giá trị sin  $\tau_{es}(n)$  và thành phần giá trị cosin  $\tau_{ec}(n)$  của mômen xoắn đầu ra  $\tau_e$  đối với bậc thứ n, giá trị tổng hợp  $\Delta\tau_e^2$ , và mômen xoắn đầu ra

$\tau_{e2}$  sau khi hiệu chỉnh được sử dụng ở đây. Fig.36 là biểu đồ thể hiện lệnh từ thông sơ cấp  $\Lambda\delta^*$  được thiết lập từ mômen xoắn đầu ra  $\tau_{e2}$  sau khi hiệu chỉnh. Khối thiết lập lệnh từ thông 103e thiết lập lệnh từ thông sơ cấp  $\Lambda\delta^*$  theo sơ đồ này hoặc phương trình mà đồ thị này được dựa trên đó.

Theo các phương trình (18), dòng điện  $I_a$  cũng là tham số để thiết lập mômen xoắn đầu ra  $\tau_e$ , và, khi xem xét phương trình thứ ba của các phương trình (17), dòng điện trục  $d$   $i_{dc}$  cũng là tham số để thiết lập mômen xoắn đầu ra  $\tau_e$ . Do vậy, lệnh từ thông sơ cấp  $\Lambda\delta^*$  có thể được thiết lập từ thành phần bậc 0 và thành phần bậc thứ  $n$  của dòng điện trục  $d$   $i_{dc}$ . Trong trường hợp này, các lượng khác nhau ở thiết bị tạo lệnh từ thông sơ cấp 103 như được thể hiện trên Fig.37. Thành phần bậc 0  $i_{dc}(0)$  của dòng điện trục  $d$   $i_{dc}$ , thành phần giá trị sin  $i_{dcs}(n)$  và thành phần giá trị cosin  $i_{dcc}(n)$  của dòng điện trục  $d$   $i_{dc}$  đối với bậc thứ  $n$ , giá trị tổng hợp  $\Delta i_{dc2}$ , và dòng điện trục  $d$   $i_{dc2}$  sau khi hiệu chỉnh được sử dụng ở đây. Fig.38 là biểu đồ thể hiện lệnh từ thông sơ cấp  $\Lambda\delta^*$  được thiết lập từ dòng điện trục  $d$   $i_{dc2}$  sau khi hiệu chỉnh. Khối thiết lập lệnh từ thông 103e thiết lập lệnh từ thông sơ cấp  $\Lambda\delta^*$  theo biểu đồ này hoặc phương trình mà biểu đồ này được dựa trên đó. Tương tự với dòng điện trục  $y$   $i_{yc}$  được hiệu chỉnh thứ hai  $i_{yc2}$ , phương trình  $I_a = \sqrt{(i_{dc2} \cdot i_{dc2} + i_{yc2} \cdot i_{yc2})}$  được sử dụng thay cho phương trình thứ ba của các phương trình (17).

Theo cách khác, ở thiết bị tạo lệnh từ thông sơ cấp 103, khối trích rút thành phần bậc 0 103a, khối trích rút thành phần bậc thứ  $n$  103b, khối tính toán giá trị tổng hợp 103c, và bộ cộng 103d được thể hiện trên Fig.32 và các khối được thể hiện trên Fig.37 có thể được bố trí theo cặp để thu thập dòng điện trục  $y$   $i_{yc}$  được hiệu chỉnh thứ hai  $i_{yc2}$  và dòng điện trục  $d$   $i_{dc2}$  sau khi hiệu chỉnh. Trong trường hợp này, khối thiết lập lệnh từ thông 103e

có thể xử lý dòng điện Ia như là  $\sqrt{(i_{dc2} \cdot i_{dc2} + i_{yc2} \cdot i_{yc2})}$ .

Một cách tương tự, góc tải  $\varphi$  cũng là tham số để thiết lập mômen xoắn đầu ra  $\tau_e$ , và do vậy lệnh từ thông sơ cấp  $\Lambda\delta^*$  có thể được thiết lập từ thành phần bậc 0 và thành phần bậc thứ ns của góc tải  $\varphi$ . Trong trường hợp này, các lượng khác nhau trong thiết bị tạo lệnh từ thông sơ cấp 103 như được thể hiện trên Fig.39. Thành phần bậc 0  $\varphi(0)$  của góc tải  $\varphi$ , thành phần giá trị sin  $\varphi_s(n)$  và thành phần giá trị cosin  $\varphi_c(n)$  của góc tải  $\varphi$  cho bậc thứ n, giá trị tổng hợp  $\Delta\varphi^2$ , và góc tải  $\varphi^2$  sau khi hiệu chỉnh được sử dụng ở đây. Fig.40 là biểu đồ thể hiện lệnh từ thông sơ cấp  $\Lambda\delta^*$  được thiết lập từ góc tải  $\varphi^2$  sau khi hiệu chỉnh. Khối thiết lập lệnh từ thông 103e thiết lập lệnh từ thông sơ cấp  $\Lambda\delta^*$  theo biểu đồ này hoặc phương trình mà biểu đồ này được dựa trên đó.

Như được mô tả theo phương án thực hiện thứ nhất, dòng điện trục yc  $i_{yc}$  là mục đích hiệu chỉnh dựa trên thành phần bậc thứ ns của mômen xoắn đầu ra  $\tau_e$  và mômen xoắn dao động  $\tau_v$  để hiệu chỉnh lệnh tốc độ quay. Do vậy mong muốn sử dụng giá trị tương tự hoặc cùng cặp giá trị làm bậc n được sử dụng theo phương án thực hiện thứ nhất và làm bậc n được sử dụng theo phương án thực hiện thứ tám. Điều này cung cấp lệnh từ thông sơ cấp  $\Lambda\delta^*$  thích hợp với việc vận hành của thiết bị hiệu chỉnh lệnh tốc độ 12, và cho phép điều khiển từ thông sơ cấp so khớp lệnh tốc độ quay được hiệu chỉnh  $\omega e^*$ .

Theo phương án thực hiện thứ nhất, để triệt gọn sóng của mômen xoắn đầu ra  $\tau_e$  và mômen xoắn dao động  $\tau_v$ , chỉ thành phần gọn sóng của nó được sử dụng để thực hiện tính toán. Theo phương án thực hiện thứ tám, tuy nhiên, cần thu thập lệnh từ thông sơ cấp tương ứng với mômen trung bình, và do vậy dòng điện trục yc được hiệu chỉnh thứ hai  $i_{yc2}$  được tính

toán cũng sử dụng thành phần bậc 0  $i_{yc}(0)$ , và lệnh từ thông sơ cấp  $\Lambda\delta^*$  được tính toán dựa vào dòng điện trực  $y_c$  được hiệu chỉnh thứ hai  $i_{yc2}$ . Điều tương tự cũng đúng với các tham số còn lại.

Fig.41 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của cải biến của thiết bị điều khiển động cơ 1 và các thiết bị ngoại vi của nó. So với cấu hình được thể hiện trên Fig.1, bộ lọc thông cao 110 ở vị trí khác ở thiết bị điều khiển động cơ 1. Cụ thể là, bộ lọc thông cao 110 loại bỏ phần DC khỏi dòng điện trực  $y_c$   $i_{yc}$ . Bộ cộng 107 thêm giá trị hiệu chỉnh dòng điện trực  $y_c$  thứ nhất  $\Delta i_{yc1}$  vào đầu ra của bộ lọc thông cao 110 để thu thập dòng điện trực  $y_c$  được hiệu chỉnh thứ nhất  $i_{yc1}$ . Dòng điện trực  $y_c$  được hiệu chỉnh thứ nhất  $i_{yc1}$  được nhân với độ khuếch đại định trước  $K_m$  bởi khối nhân hằng số 108, sao cho thu được lượng hiệu chỉnh tốc độ góc  $\Delta\omega e^*$ .

Bộ lọc thông cao 110 thường được thiết kế để luôn cho phép giá trị hiệu chỉnh dòng điện trực  $y_c$  thứ nhất  $\Delta i_{yc1}$  chạy qua đó. Do vậy, việc hiệu chỉnh được thể hiện trên Fig.41 có cấu hình tương đương với việc hiệu chỉnh trên Fig.1.

Trong khi sáng chế đã được mô tả chi tiết, phần mô tả nêu trên ở mọi khía cạnh được minh họa và không bị giới hạn. Do vậy nên hiểu rằng các cải biến không được mô tả có thể được suy ra mà không xa rời phạm vi sáng chế.

## YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị hiệu chỉnh lệnh tốc độ (12) để hiệu chỉnh lệnh tốc độ quay ( $\omega_{eo}^*$ ) theo phương pháp so khớp từ thông sơ cấp ( $\lambda_{\delta c}$ ,  $\lambda_{\gamma c}$ ) với lệnh từ thông sơ cấp ( $\Lambda_{\delta}^*$ ) trong trục thứ nhất ( $\delta c$ ) dựa trên lệnh từ thông sơ cấp ( $\Lambda_{\delta}^*$ ) và lệnh tốc độ quay ( $\omega_{eo}^*$ ), lệnh tốc độ quay này ( $\omega_{eo}^*$ ) là giá trị lệnh của tốc độ quay trên góc điện của động cơ đồng bộ (3) để điều khiển tải trọng chu kỳ, từ thông sơ cấp ( $\lambda_{\delta c}$ ,  $\lambda_{\gamma c}$ ) là tổng hợp của từ thông được tạo bởi dòng điện ([I]) chảy qua động cơ đồng bộ (3) và từ thông dạng trường ( $\Lambda_0$ ) của động cơ đồng bộ này (3), trục thứ nhất dẫn trước từ thông dạng trường ( $\Lambda_0$ ) bởi độ lệch pha định trước, thiết bị bao gồm:

bộ trừ thứ nhất (109) mà trừ lượng hiệu chỉnh tốc độ góc ( $\Delta\omega_e^*$ ) từ lệnh tốc độ quay ( $\omega_{eo}^*$ ) để thu được lệnh tốc độ quay được hiệu chỉnh ( $\omega_e^*$ );

bộ cộng (107) mà cộng giá trị hiệu chỉnh dòng điện trục thứ hai ( $\Delta i_{\gamma c1}$ ) vào dòng điện trục thứ hai ( $i_{\gamma c}$ ) để thu được dòng điện trục thứ hai ( $i_{\gamma c1}$ ) được hiệu chỉnh, dòng điện trục thứ hai ( $i_{\gamma c}$ ) là thành phần của dòng điện ([I]) ở trục thứ hai ( $\gamma c$ ) dẫn trước trục thứ nhất bởi góc điện  $90^\circ$ ;

khối loại bỏ phần DC (Direct Current – dòng điện một chiều) (110) mà loại bỏ phần DC khỏi dòng điện trục thứ hai được hiệu chỉnh ( $i_{\gamma c1}$ ) để thu thập lượng hiệu chỉnh tốc độ góc ( $\Delta\omega_e^*$ );

khối trích rút gọn sóng góc (105a) mà thu thập hiệu số góc quay ( $\Delta\theta_m$ ) từ góc quay ( $\theta_m$ ) trên góc cơ của động cơ đồng bộ (3), hiệu số góc quay ( $\Delta\theta_m$ ) là thành phần gọn sóng của góc quay trên tích phân thời gian của giá trị trung bình ( $\omega_m \cdot t$ ) của tốc độ góc của góc cơ;

khối trích rút thành phần thứ nhất (105b) mà trích rút thành phần bậc thứ n ( $\Delta\theta_{ms}(n)$ ,  $\Delta\theta_{mc}(n)$ ) của tần số cơ bản của góc quay từ hiệu số góc

quay ( $\Delta\theta_m$ ),  $n$  là số nguyên dương;

khối biến đổi mômen xoắn (105i) mà biến đổi thành phần bậc thứ  $n$  ( $\tau_{vs}(n)$ ,  $\tau_{vc}(n)$ ) thành thành phần bậc thứ  $n$  của giá trị ước tính của mômen dao động ( $\tau_v$ ) của động cơ đồng bộ (3);

khối ước tính mômen xoắn đầu ra (105d) mà thu thập giá trị ước tính của mômen xoắn đầu ra ( $\tau_e$ ) của động cơ đồng bộ (3) từ từ thông sơ cấp ( $\lambda_{dc}$ ,  $\lambda_{yc}$ ), dòng điện trực thứ nhất ( $i_{dc}$ ), và dòng điện trực thứ hai ( $i_{yc}$ ), dòng điện trực thứ nhất ( $i_{dc}$ ) là thành phần của dòng điện ( $[I]$ ) trong trực thứ nhất;

khối trích rút thành phần thứ hai (105e) mà trích rút thành phần bậc thứ  $n$  ( $\tau_{es}(n)$ ,  $\tau_{ec}(n)$ ) của tần số cơ bản từ giá trị ước tính của mômen xoắn đầu ra ( $\tau_e$ );

khối chia theo tỷ lệ (105c, 105f) mà chia theo tỷ lệ thành phần bậc thứ  $n$  ( $\tau_{vs}(n)$ ,  $\tau_{vc}(n)$ ) thu được bởi khối biến đổi mômen xoắn (105i) và thành phần bậc thứ  $n$  ( $\tau_{es}(n)$ ,  $\tau_{ec}(n)$ ) được trích rút bởi khối trích rút thành phần thứ hai (105e) với tốc độ chia tỷ lệ định trước ( $K(n)/[1 - K(n)]$ ) để lần lượt thu thập giá trị thứ nhất và giá trị thứ hai;

bộ cộng (105g) mà thu thập tổng của giá trị thứ nhất và giá trị thứ hai; và

khối tính toán lượng hiệu chỉnh (105h) mà tiếp nhận, làm đầu vào, thành phần bậc thứ  $n$  của giá trị được ước tính, và thu thập giá trị hiệu chỉnh dòng điện trực thứ hai ( $\Delta i_{yc1}$ ) bằng cách sử dụng đầu vào vào khối tính toán lượng hiệu chỉnh (105h).

## 2. Thiết bị hiệu chỉnh lệnh tốc độ (12) theo điểm 1, trong đó:

khối trích rút thành phần thứ nhất (105b) trích rút thành phần triệt



mômen xoắn dao động ( $\Delta\theta_{ms}(j)$ ,  $\Delta\theta_{mc}(j)$ ) từ hiệu số góc quay ( $\Delta\theta_m$ ), thành phần triệt mômen xoắn dao động ( $\Delta\theta_{ms}(j)$ ,  $\Delta\theta_{mc}(j)$ ) là thành phần cho ít nhất một bậc gồm thành phần bậc thứ nhất ( $\Delta\theta_{ms}(1)$ ,  $\Delta\theta_{mc}(1)$ ) của tần số cơ bản của góc quay ( $\theta_m$ ),

khối trích rút thành phần thứ hai (105e) trích rút, từ giá trị ước tính của mômen xoắn đầu ra ( $\tau_e$ ), thành phần ( $\tau_{es}(j)$ ,  $\tau_{ec}(j)$ ) cho bậc tương ứng với thành phần triệt mômen xoắn dao động ( $\Delta\theta_{ms}(j)$ ,  $\Delta\theta_{mc}(j)$ ),

thiết bị hiệu chỉnh lệnh tốc độ còn bao gồm

khối trích rút thành phần thứ ba (105m) mà trích rút thành phần triệt mômen xoắn đầu ra ( $\tau_{es}(m)$ ,  $\tau_{ec}(m)$ ) từ giá trị được ước tính của mômen xoắn đầu ra ( $\tau_e$ ), thành phần triệt mômen xoắn đầu ra ( $\tau_{es}(m)$ ,  $\tau_{ec}(m)$ ) là thành phần cho ít nhất một bậc khác ngoài bậc nêu trên tương ứng với thành phần triệt mômen xoắn dao động ( $\Delta\theta_{ms}(j)$ ,  $\Delta\theta_{mc}(j)$ ), và

khối tính toán lượng hiệu chỉnh (105h) còn tiếp nhận thành phần triệt mômen xoắn đầu ra ( $\tau_{es}(m)$ ,  $\tau_{ec}(m)$ ) làm đầu vào, và thu thập giá trị hiệu chỉnh dòng điện trục thứ hai ( $\Delta i_{yc1}$ ) bằng cách sử dụng đầu vào vào khối tính toán lượng hiệu chỉnh (105h).

### 3. Thiết bị hiệu chỉnh lệnh tốc độ (12) theo điểm 1, trong đó:

khối trích rút thành phần thứ nhất (105b) trích rút thành phần bậc thứ nhất ( $\Delta\theta_{ms}(1)$ ,  $\Delta\theta_{mc}(1)$ ) của tần số cơ bản của góc quay ( $\theta_m$ ),

khối biến đổi mômen xoắn (105i) biến đổi giá trị được trích rút bởi khối trích rút thành phần thứ nhất thành thành phần bậc thứ nhất ( $\tau_{vs}(1)$ ,  $\tau_{vc}(1)$ ) của giá trị ước tính của mômen dao động ( $\tau_v$ ),

thiết bị hiệu chỉnh lệnh tốc độ còn bao gồm

khối trích rút thành phần bậc lẻ (105q) mà trích rút thành phần triệt

bậc lẻ mômen xoắn đầu ra ( $\tau_{es}(d)$ ,  $\tau_{ec}(d)$ ) từ giá trị ước tính của mômen xoắn đầu ra ( $\tau_e$ ), thành phần triệt bậc lẻ mômen xoắn đầu ra ( $\tau_{es}(d)$ ,  $\tau_{ec}(d)$ ) là thành phần cho ít nhất một bậc lẻ bằng hoặc lớn hơn bậc thứ ba của tần số cơ bản;

khởi tạo lệnh mômen xoắn bậc lẻ (105r) mà thu thập giá trị lệnh ( $\tau_{es}^*(d)$ ,  $\tau_{ec}^*(d)$ ) của thành phần triệt bậc lẻ mômen xoắn đầu ra ( $\tau_{es}(d)$ ,  $\tau_{ec}(d)$ ) dựa trên thành phần bậc thứ nhất của tần số cơ bản của giá trị được ước tính của mômen xoắn đầu ra ( $\tau_e$ ); và

bộ trừ (105s) mà thu thập hiệu số ( $\Delta\tau_{es}(d)$ ,  $\Delta\tau_{ec}(d)$ ) của thành phần triệt bậc lẻ mômen xoắn đầu ra ( $\tau_{es}(d)$ ,  $\tau_{ec}(d)$ ) từ giá trị lệnh, và

khởi tính toán lượng hiệu chỉnh (105h) còn tiếp nhận hiệu số nêu trên làm đầu vào, và thu thập giá trị hiệu chỉnh dòng điện trực thứ hai ( $\Delta i_{yc1}$ ) sử dụng đầu vào vào khối tính toán lượng hiệu chỉnh (105h).

#### 4. Thiết bị hiệu chỉnh lệnh tốc độ (12) theo điểm 3, trong đó:

thiết bị hiệu chỉnh lệnh tốc độ còn bao gồm

khối trích rút thành phần bậc chẵn (105p) mà trích rút thành phần triệt bậc chẵn mômen xoắn đầu ra ( $\tau_{es}(e)$ ,  $\tau_{ec}(e)$ ) từ giá trị ước tính của mômen xoắn đầu ra ( $\tau_e$ ), thành phần triệt bậc chẵn mômen xoắn đầu ra ( $\tau_{es}(e)$ ,  $\tau_{ec}(e)$ ) là thành phần cho ít nhất một bậc chẵn của tần số cơ bản, và

khối tính toán lượng hiệu chỉnh (105h) còn tiếp nhận thành phần triệt bậc chẵn mômen xoắn đầu ra ( $\tau_{es}(e)$ ,  $\tau_{ec}(e)$ ) làm đầu vào, và thu thập giá trị hiệu chỉnh dòng điện trực thứ hai ( $\Delta i_{yc1}$ ) bằng cách sử dụng đầu vào vào khối tính toán lượng hiệu chỉnh (105h).

#### 5. Thiết bị hiệu chỉnh lệnh tốc độ (12) theo điểm 1, trong đó:

khối trích rút thành phần thứ nhất (105b) trích rút thành phần bậc thứ nhất ( $\Delta\theta_{ms}(1)$ ,  $\Delta\theta_{mc}(1)$ ) của tần số cơ bản của góc quay ( $\theta_m$ ),

khối biến đổi mômen xoắn (105i) biến đổi giá trị được trích rút bởi khối trích rút thành phần thứ nhất (105b) thành thành phần bậc thứ nhất ( $\tau_{vs}(1)$ ,  $\tau_{vc}(1)$ ) của giá trị ước tính của mômen dao động ( $\tau_v$ ),

thiết bị hiệu chỉnh lệnh tốc độ còn bao gồm

khối trích rút thành phần bậc chẵn (105p) mà trích rút thành phần triệt bậc chẵn mômen xoắn đầu ra ( $\tau_{es}(e)$ ,  $\tau_{ec}(e)$ ) từ giá trị ước tính của mômen xoắn đầu ra ( $\tau_e$ ), thành phần triệt bậc chẵn mômen xoắn đầu ra ( $\tau_{es}(e)$ ,  $\tau_{ec}(e)$ ) là thành phần cho ít nhất một bậc chẵn của tần số cơ bản;

khối tạo lệnh mômen xoắn bậc chẵn (105t) mà thu thập giá trị lệnh ( $\tau_{es}^*(e)$ ,  $\tau_{ec}^*(e)$ ) của thành phần triệt bậc chẵn mômen xoắn đầu ra ( $\tau_{es}(e)$ ,  $\tau_{ec}(e)$ ) dựa trên thành phần bậc thứ nhất của tần số cơ bản của giá trị được ước tính của mômen xoắn đầu ra ( $\tau_e$ ); và

bộ trừ (105u) mà thu thập hiệu số ( $\Delta\tau_{es}(e)$ ,  $\Delta\tau_{ec}(e)$ ) của thành phần triệt bậc chẵn mômen xoắn đầu ra ( $\tau_{es}(e)$ ,  $\tau_{ec}(e)$ ) từ giá trị lệnh, và

khối tính toán lượng hiệu chỉnh (105h) còn tiếp nhận hiệu số nêu trên làm đầu vào, và thu thập giá trị hiệu chỉnh dòng điện trục thứ hai ( $\Delta i_{yc1}$ ) bằng cách sử dụng đầu vào vào khối tính toán lượng hiệu chỉnh.

## 6. Thiết bị hiệu chỉnh lệnh tốc độ (12) theo điểm 5, trong đó:

thiết bị hiệu chỉnh lệnh tốc độ còn bao gồm

khối trích rút thành phần bậc lẻ (105q) mà trích rút thành phần triệt bậc lẻ mômen xoắn đầu ra ( $\tau_{es}(d)$ ,  $\tau_{ec}(d)$ ) từ giá trị ước tính của mômen xoắn đầu ra ( $\tau_e$ ), thành phần triệt bậc lẻ mômen xoắn đầu ra ( $\tau_{es}(d)$ ,  $\tau_{ec}(d)$ ) là thành phần cho ít nhất một bậc lẻ của tần số cơ bản, và

khối tính toán lượng hiệu chỉnh (105h) còn tiếp nhận thành phần triệt bậc lẻ mômen xoắn đầu ra ( $\tau_{es}(d)$ ,  $\tau_{ec}(d)$ ) làm đầu vào, và thu thập giá trị hiệu chỉnh dòng điện trực thứ hai ( $\Delta i_{yc1}$ ) bằng cách sử dụng đầu vào vào khối tính toán lượng hiệu chỉnh (105h).

7. Thiết bị hiệu chỉnh lệnh tốc độ (12) theo điểm 5, trong đó:

thiết bị hiệu chỉnh lệnh tốc độ còn bao gồm

khối trích rút thành phần bậc lẻ (105q) mà trích rút thành phần triệt bậc lẻ mômen xoắn đầu ra ( $\tau_{es}(d)$ ,  $\tau_{ec}(d)$ ) từ giá trị ước tính của mômen xoắn đầu ra ( $\tau_e$ ), thành phần triệt bậc lẻ mômen xoắn đầu ra ( $\tau_{es}(d)$ ,  $\tau_{ec}(d)$ ) là thành phần cho ít nhất một bậc lẻ bằng hoặc lớn hơn bậc thứ ba của tần số cơ bản;

khối tạo lệnh mômen xoắn bậc lẻ (105r) mà thu thập giá trị lệnh ( $\tau_{es}^*(d)$ ,  $\tau_{ec}^*(d)$ ) của thành phần triệt bậc lẻ mômen xoắn đầu ra ( $\tau_{es}(d)$ ,  $\tau_{ec}(d)$ ) dựa trên thành phần bậc thứ nhất của tần số cơ bản của giá trị được ước tính của mômen xoắn đầu ra ( $\tau_e$ ); và

bộ trừ (105s) mà thu thập hiệu số thứ hai ( $\Delta \tau_{es}(d)$ ,  $\Delta \tau_{ec}(d)$ ) của thành phần triệt bậc lẻ mômen xoắn đầu ra ( $\tau_{es}(d)$ ,  $\tau_{ec}(d)$ ) từ giá trị lệnh, và

khối tính toán lượng hiệu chỉnh (105h) còn tiếp nhận hiệu số thứ hai làm đầu vào, và thu thập giá trị hiệu chỉnh dòng điện trực thứ hai ( $\Delta i_{yc1}$ ) bằng cách sử dụng đầu vào vào khối tính toán lượng hiệu chỉnh (105h).

8. Thiết bị hiệu chỉnh lệnh tốc độ (12) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 5 đến 7, trong đó:

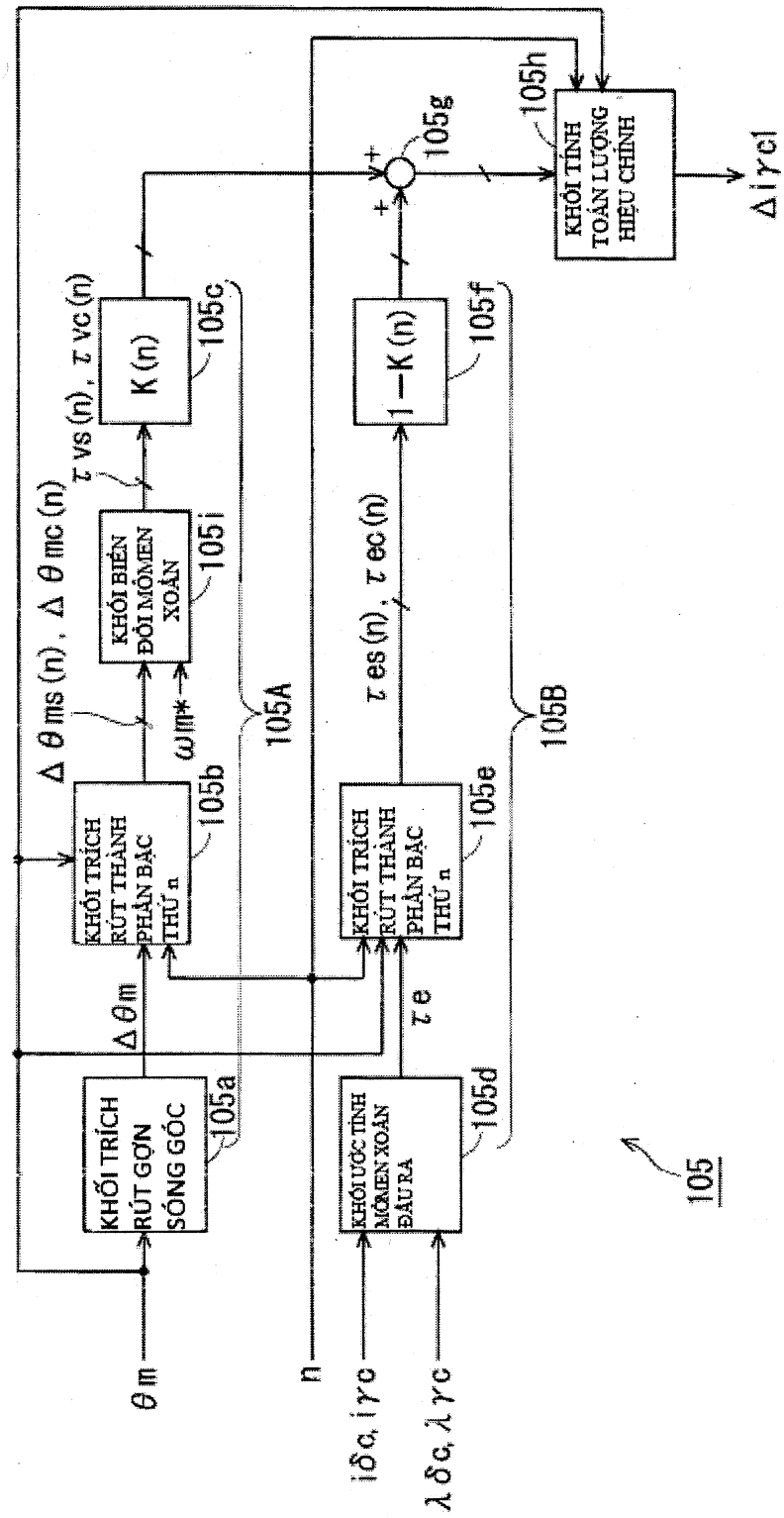
khối tạo lệnh mômen xoắn bậc chẵn (105t) thu thập giá trị lệnh ( $\tau_{es}^*(e)$ ,  $\tau_{ec}^*(e)$ ) của thành phần triệt bậc chẵn mômen xoắn đầu ra ( $\tau_{es}(e)$ ,  $\tau_{ec}(e)$ ) dựa trên thành phần bậc thứ nhất và thành phần bậc 0 ( $\tau_e(0)$ ) của tần số cơ bản của giá trị được ước tính của mômen xoắn đầu ra ( $\tau_e$ ).

9. Thiết bị hiệu chỉnh lệnh tốc độ (12) theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1 đến 8, trong đó:

khối tính toán lượng hiệu chỉnh (105h) thu thập, làm hệ số của chuỗi Fourier, giá trị thu được bằng cách thực hiện điều khiển tích phân tỷ lệ trên đầu vào đi vào khối tính toán lượng hiệu chỉnh (105h), và thu thập giá trị hiệu chỉnh dòng điện trục thứ hai ( $\Delta i_{yc1}$ ) từ kết quả của chuỗi Fourier này.



Fig.2



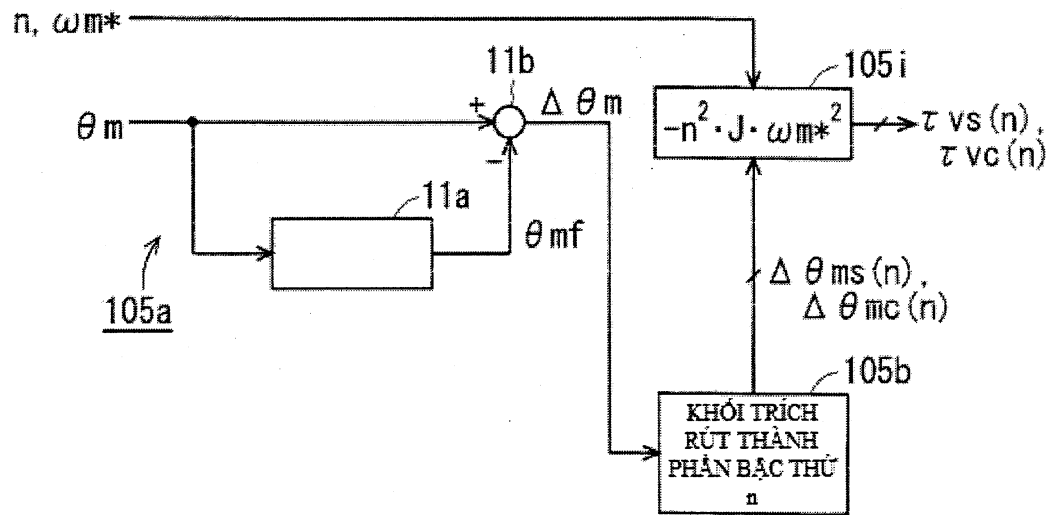


Fig.3



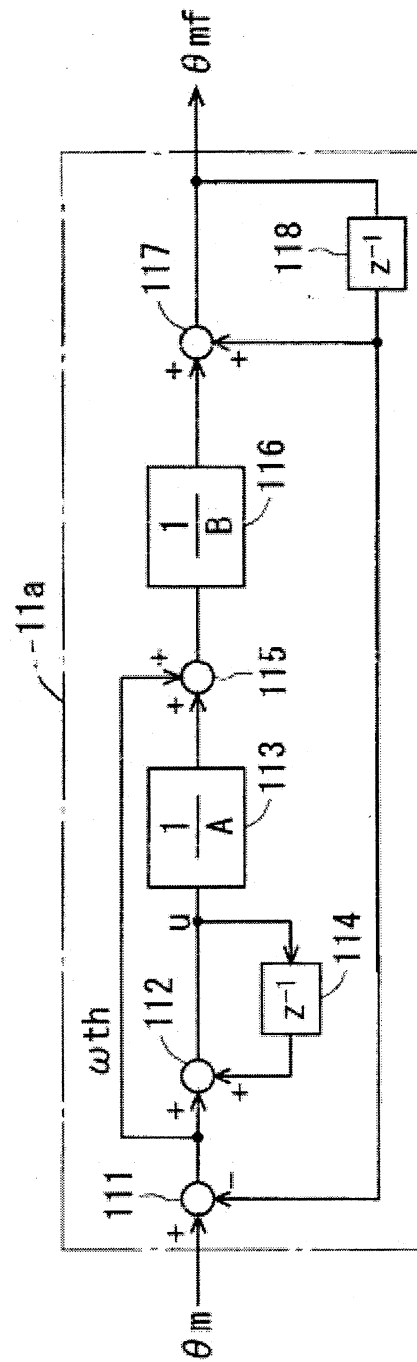
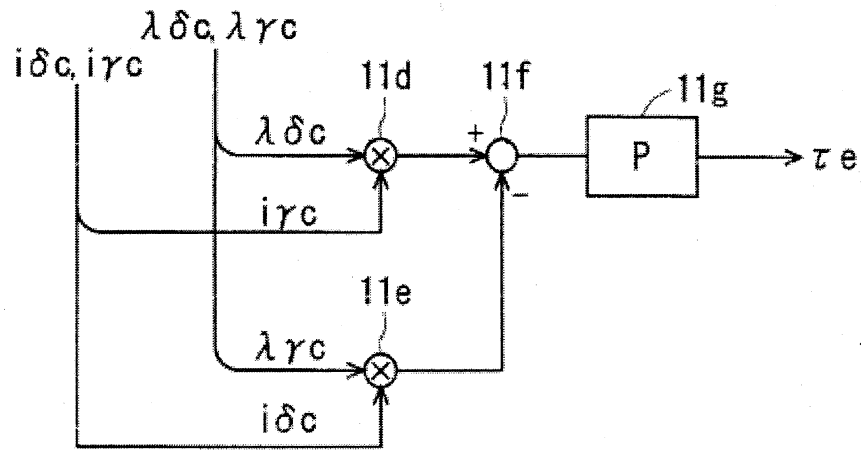


Fig.4

5/34



105d

Fig.5

6/34

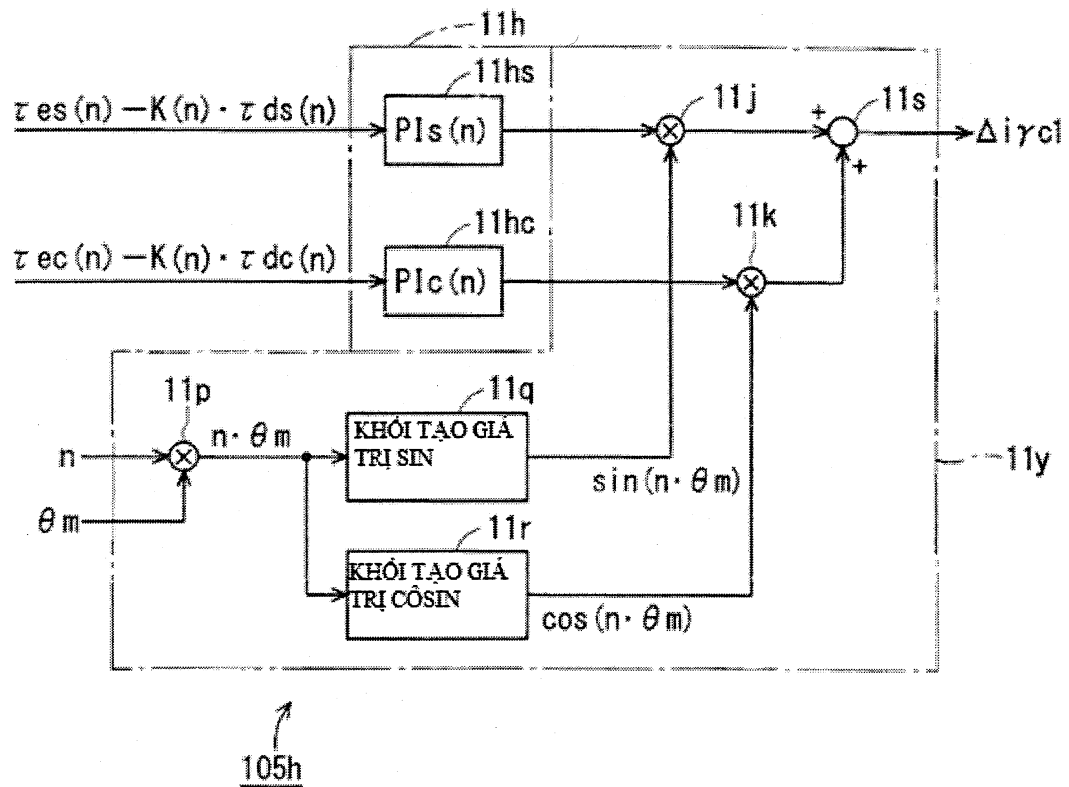
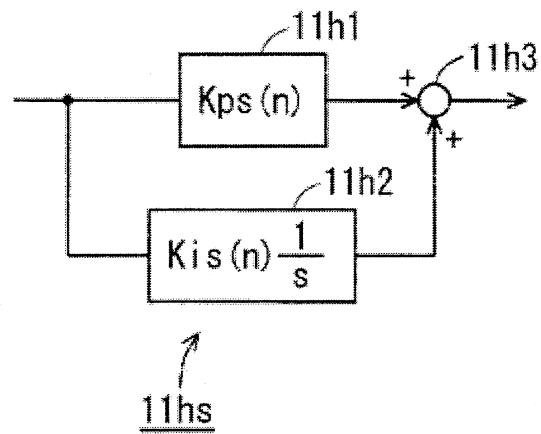


Fig.6

Fig.7



7/34

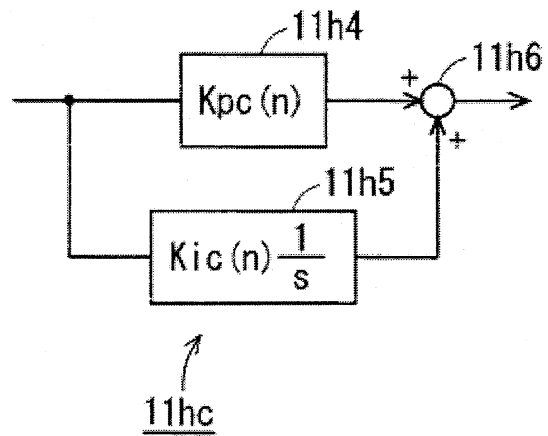


Fig.8

Fig.9

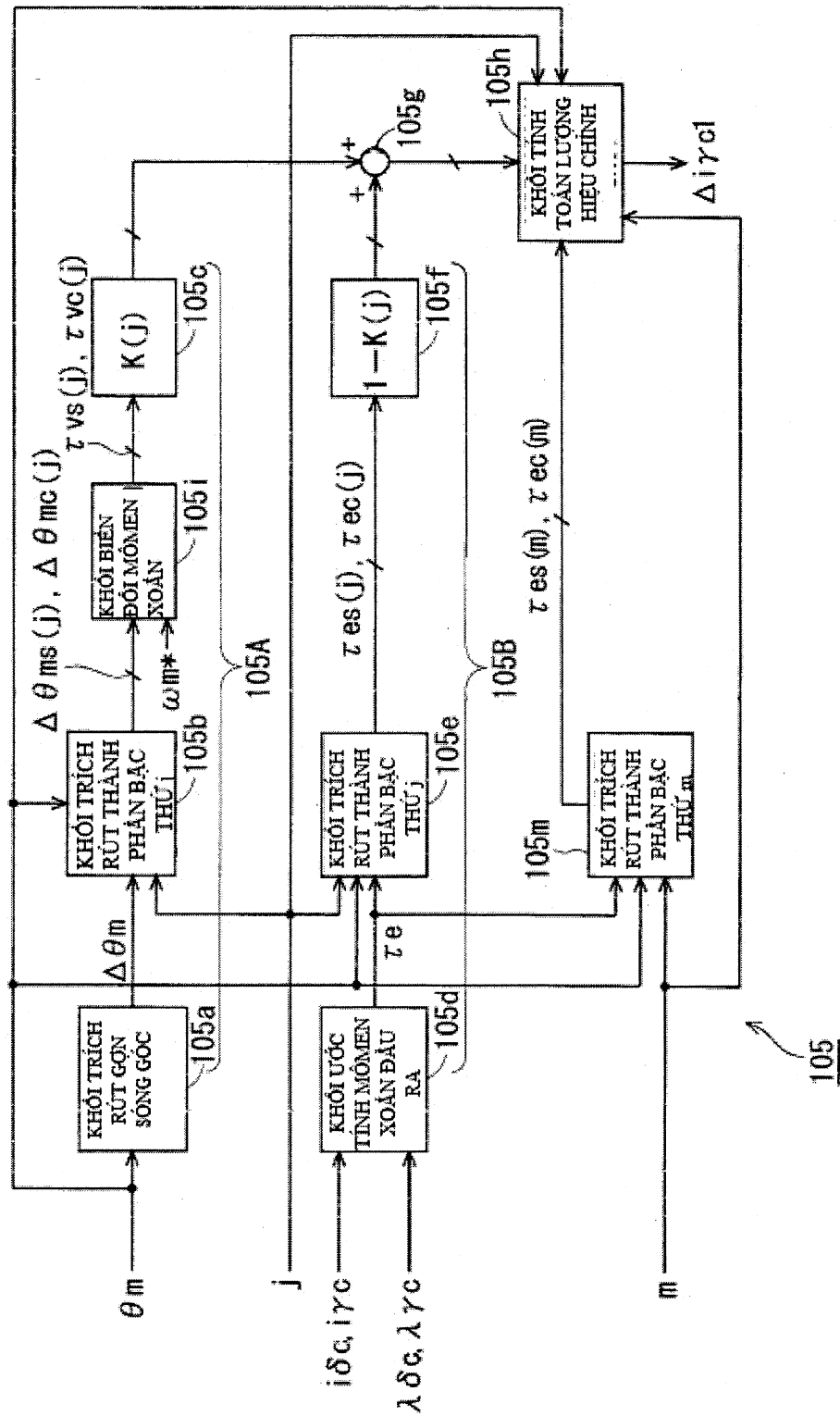
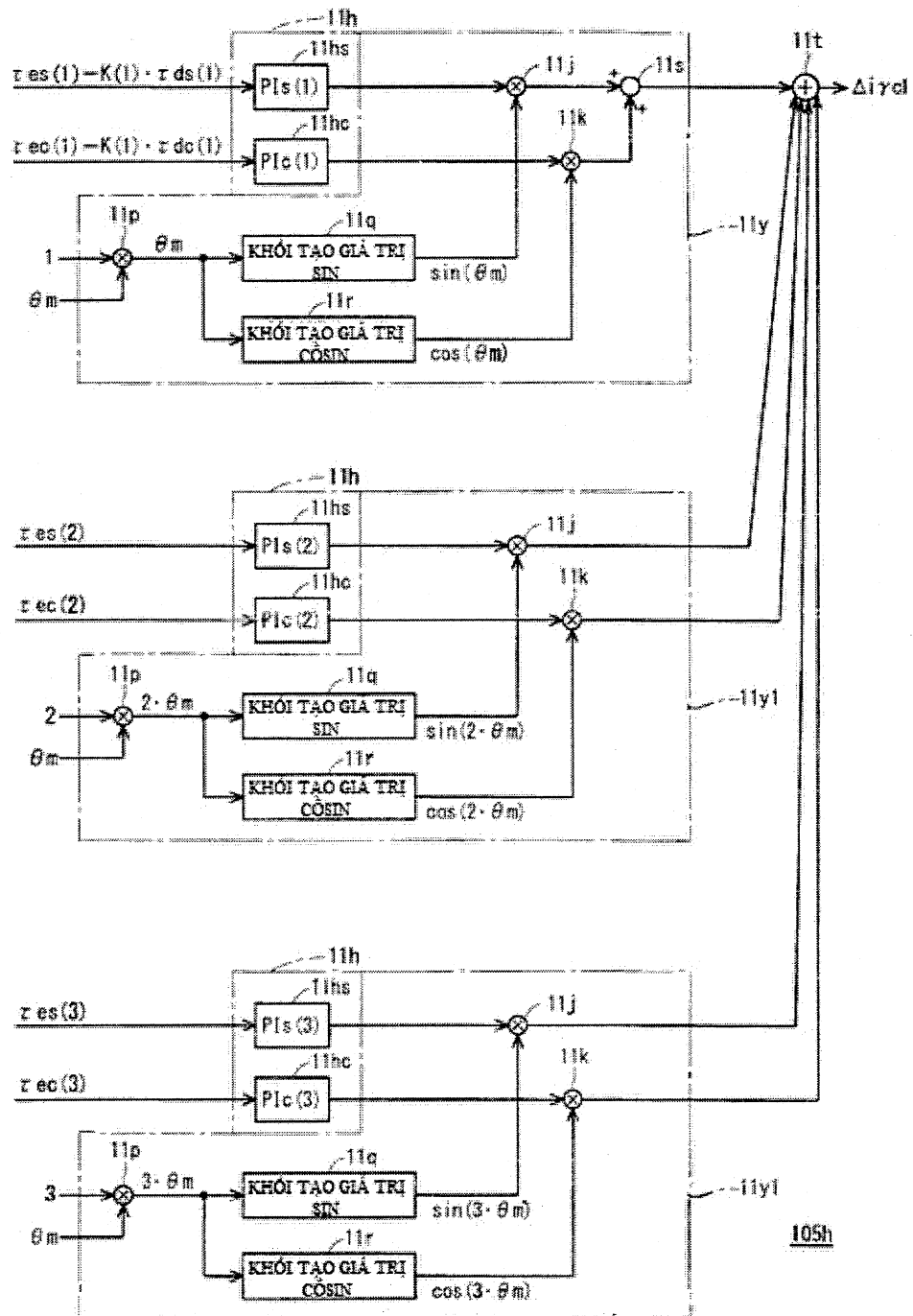
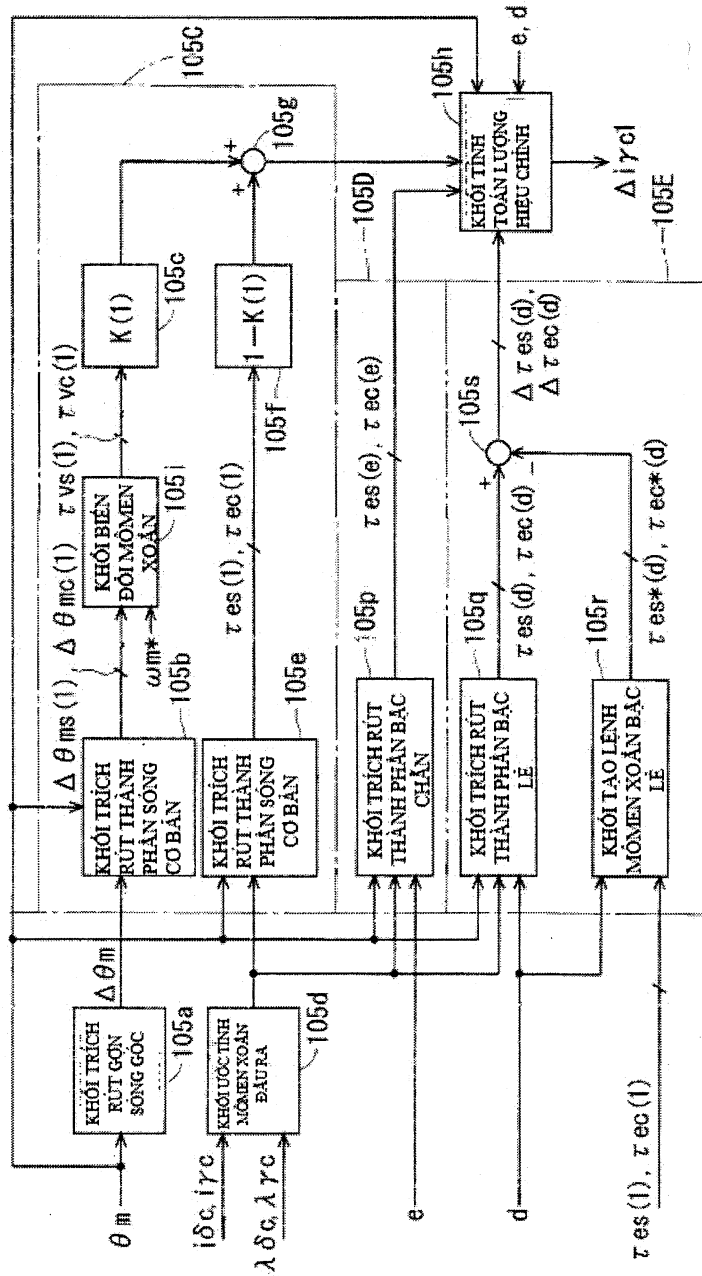


Fig.10



-78-



11/34

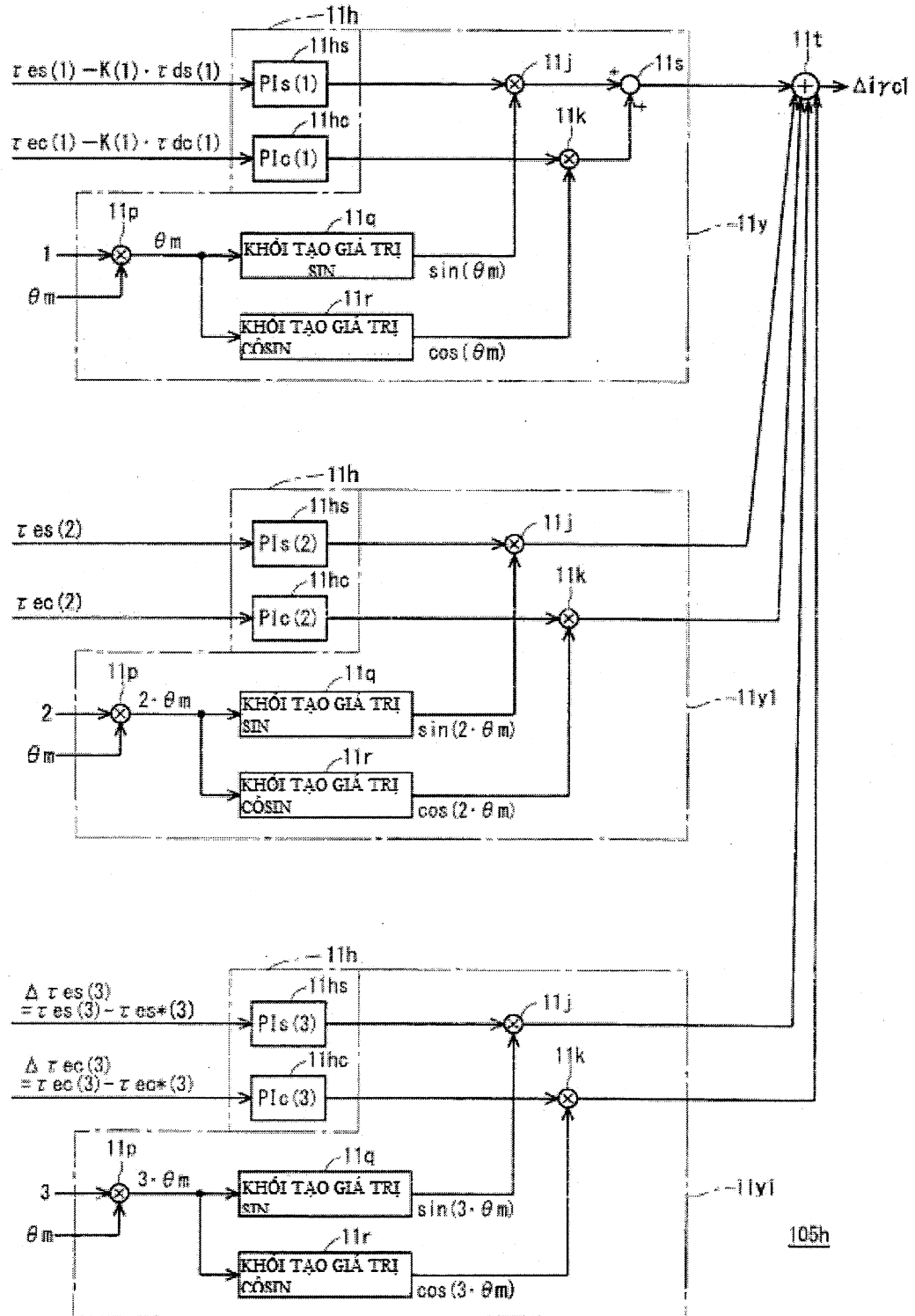


Fig.12



12/34

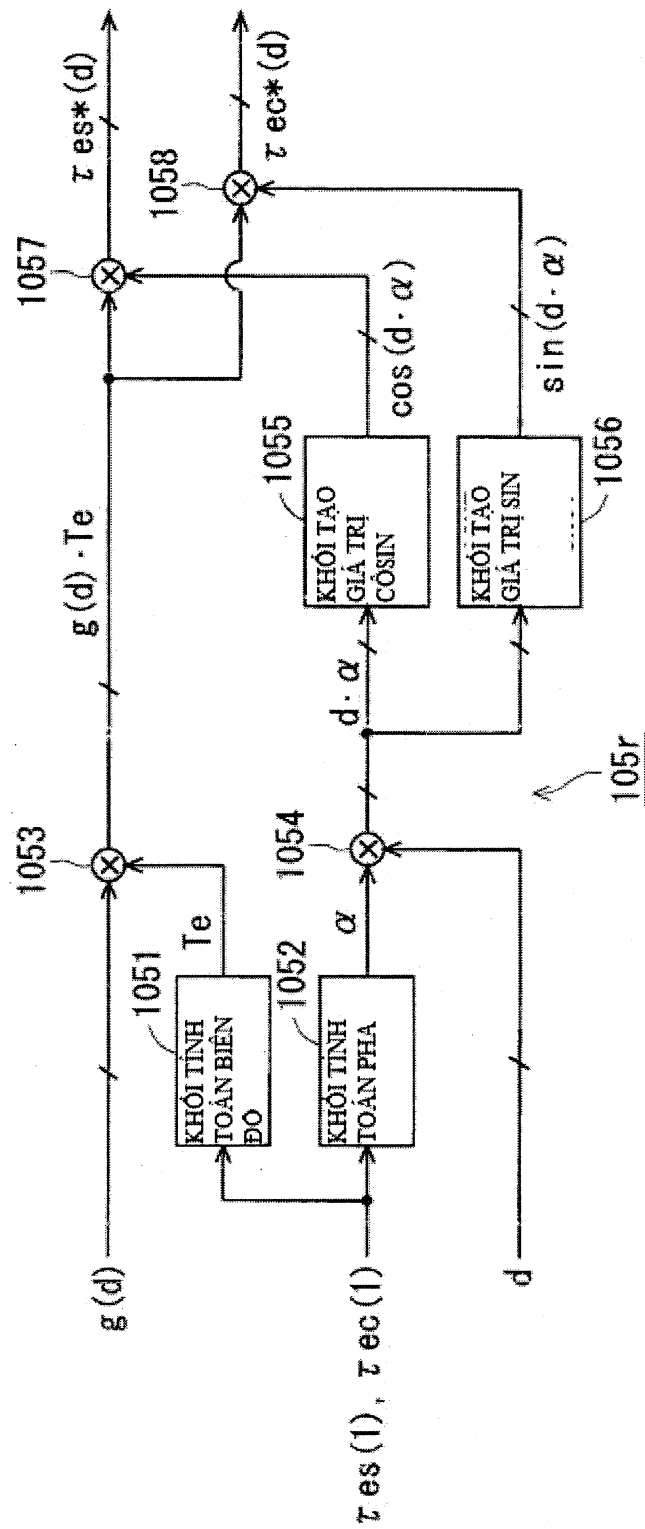


Fig.13

13/34

Fig.14

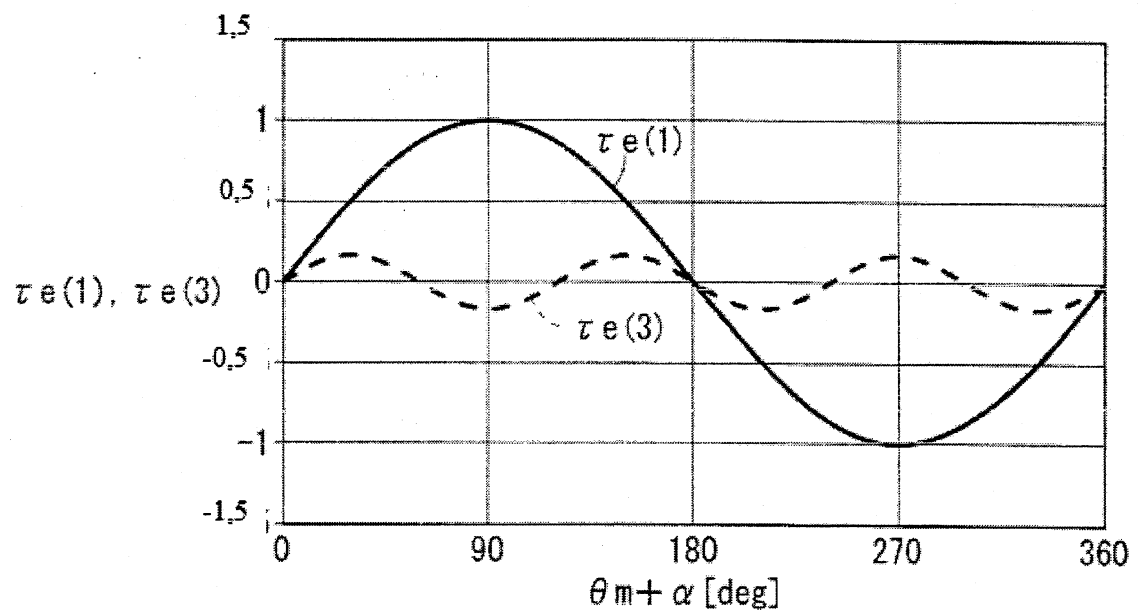
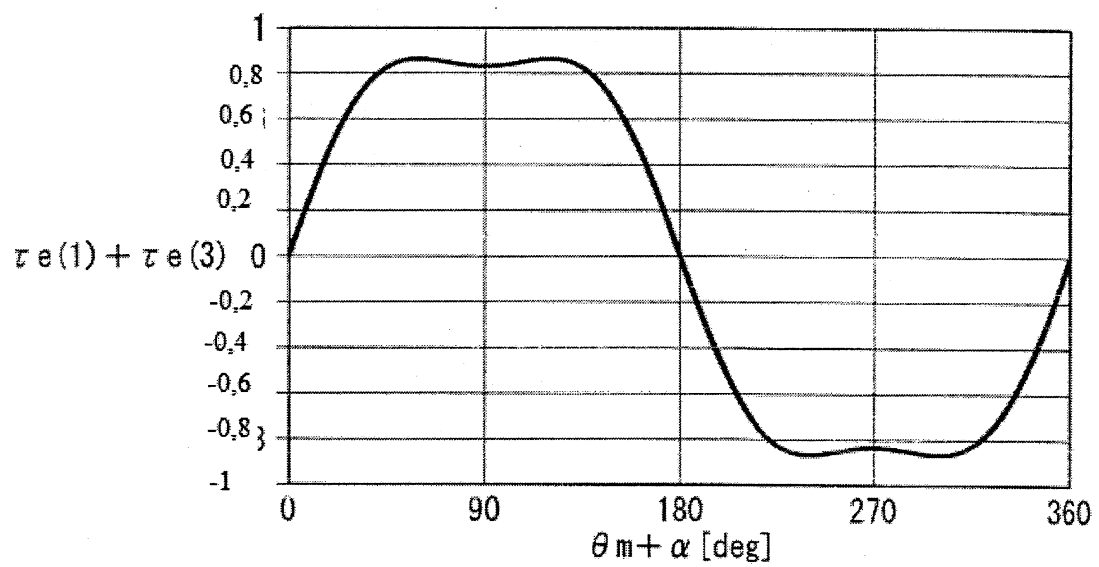


Fig.15



14/34

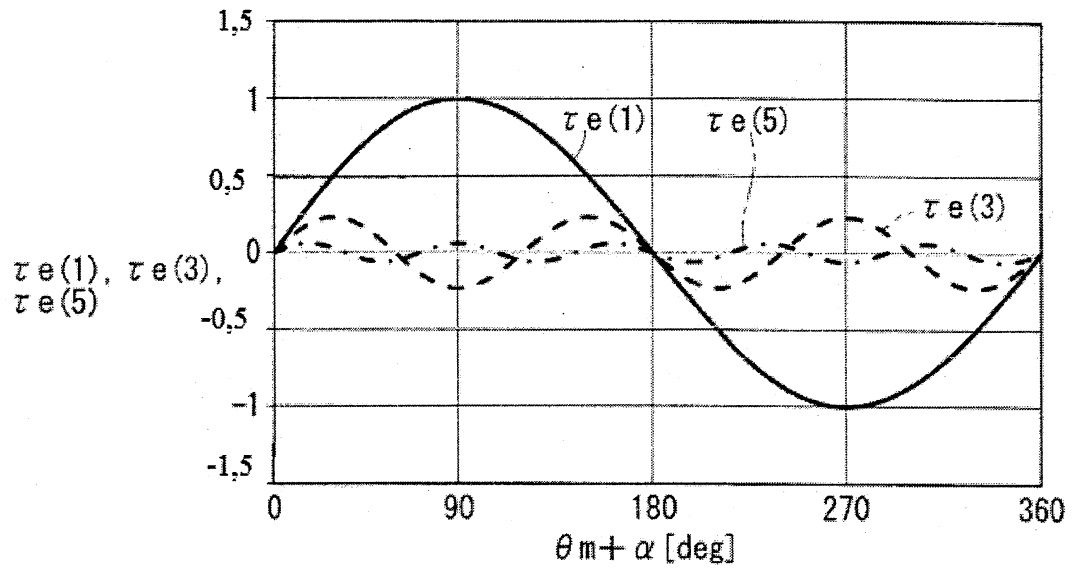
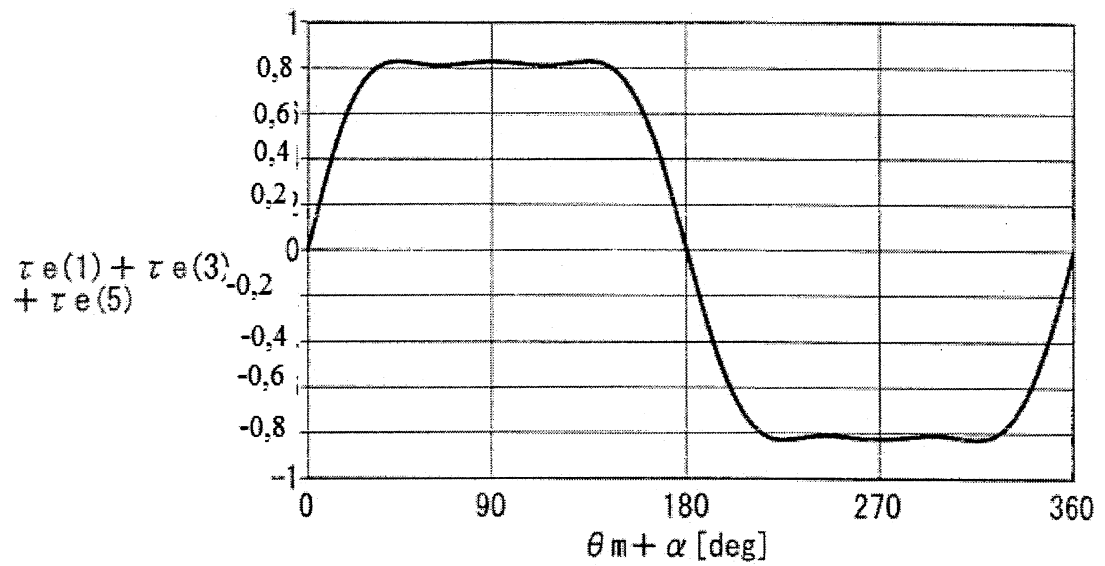


Fig.16

Fig.17



-83-

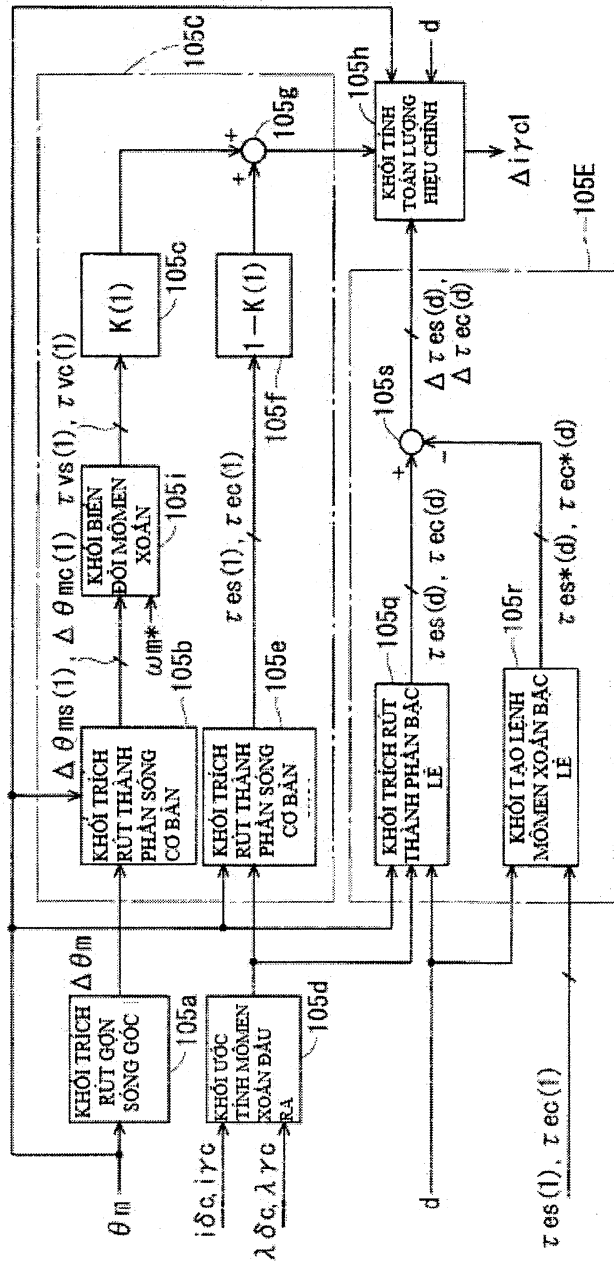
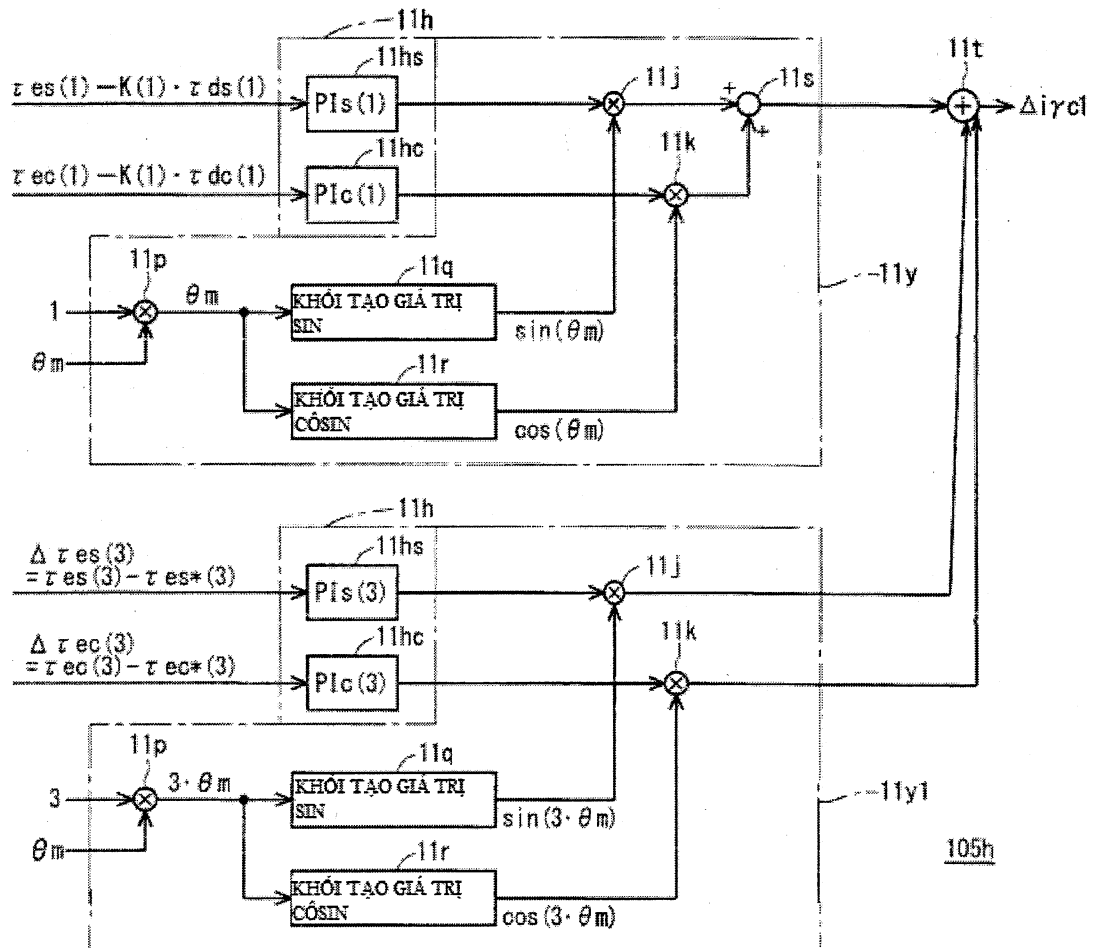


Fig.19





18/34

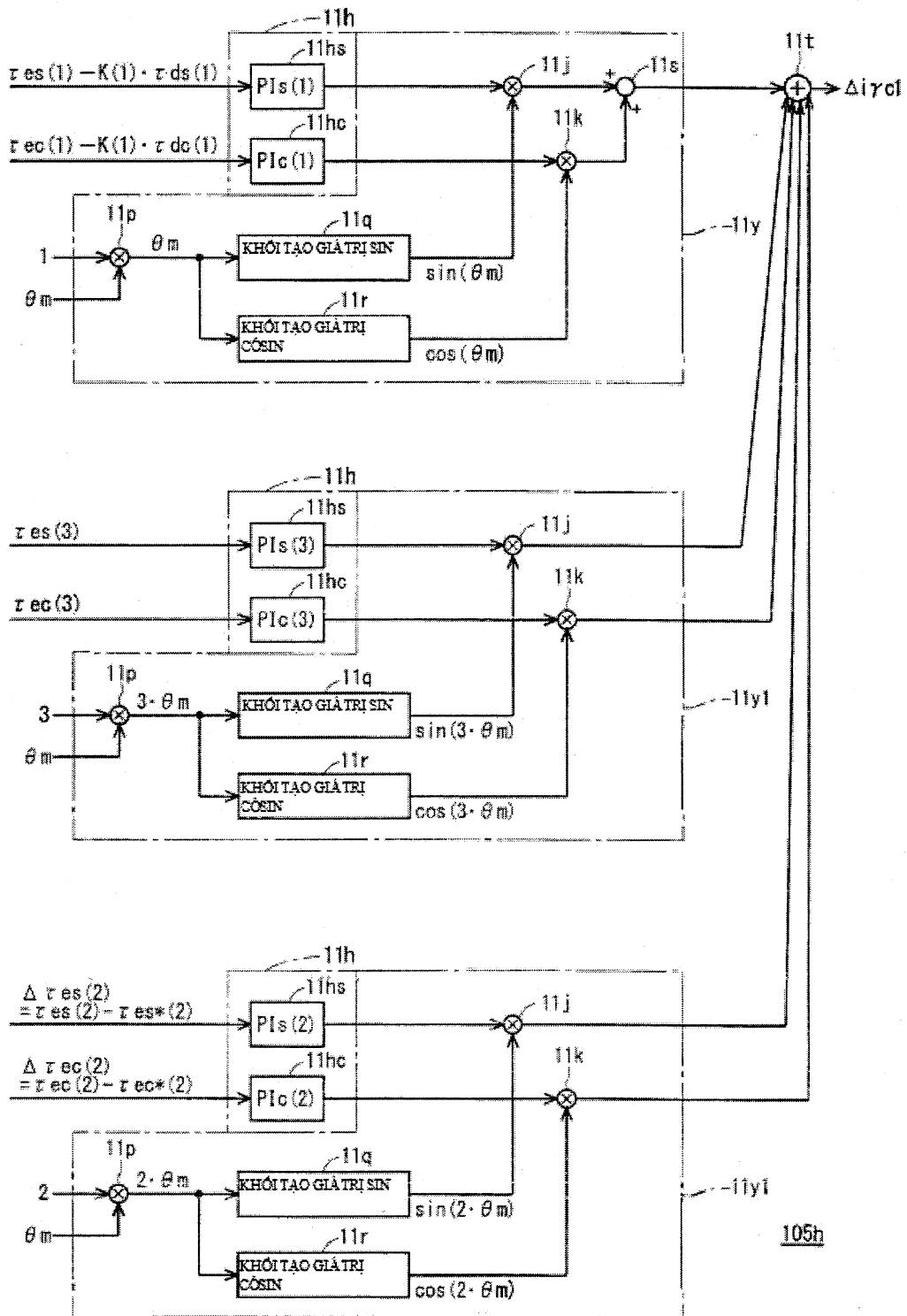
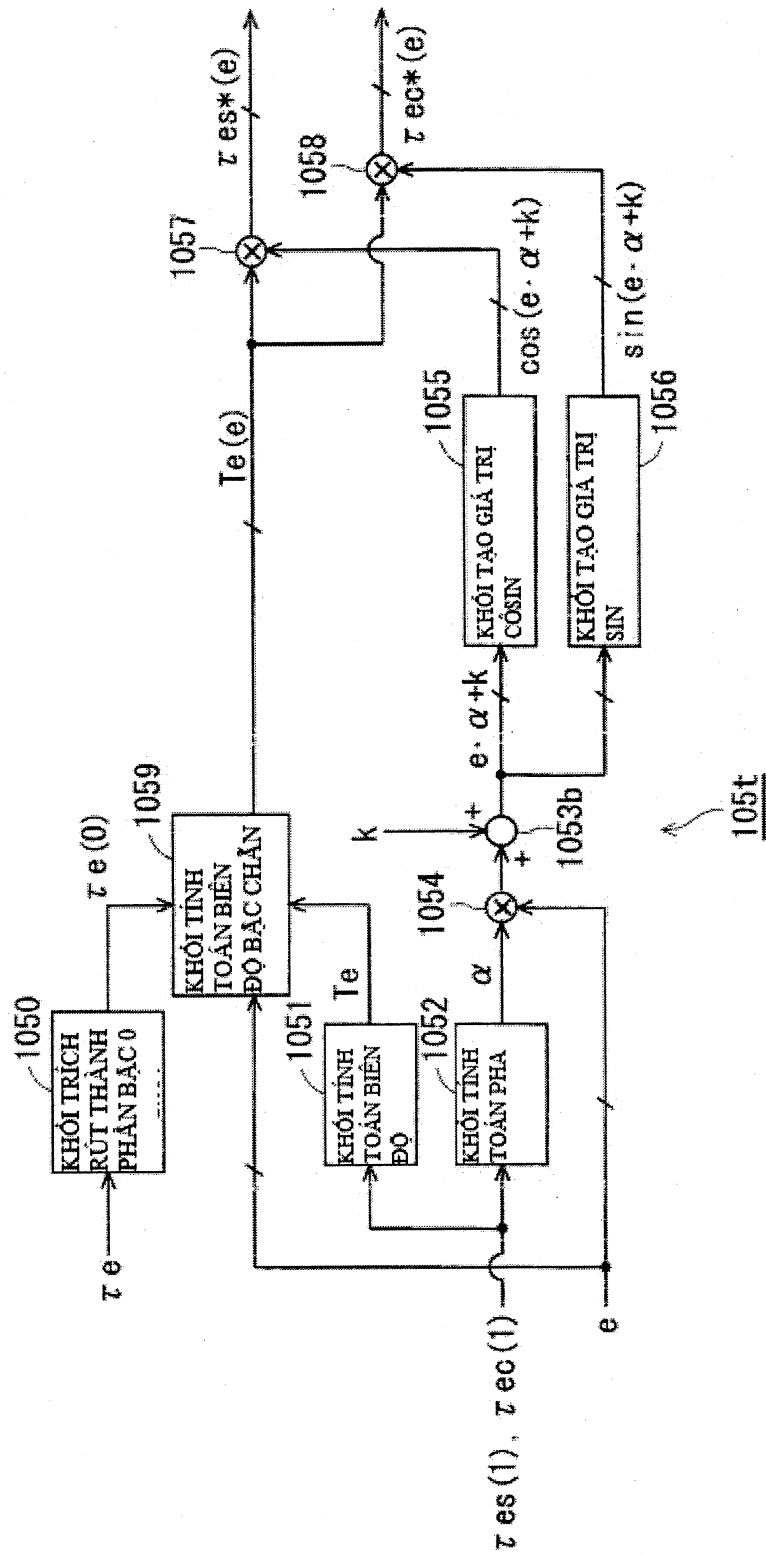


Fig.21

19/34

Fig.22





20/34

Fig.23

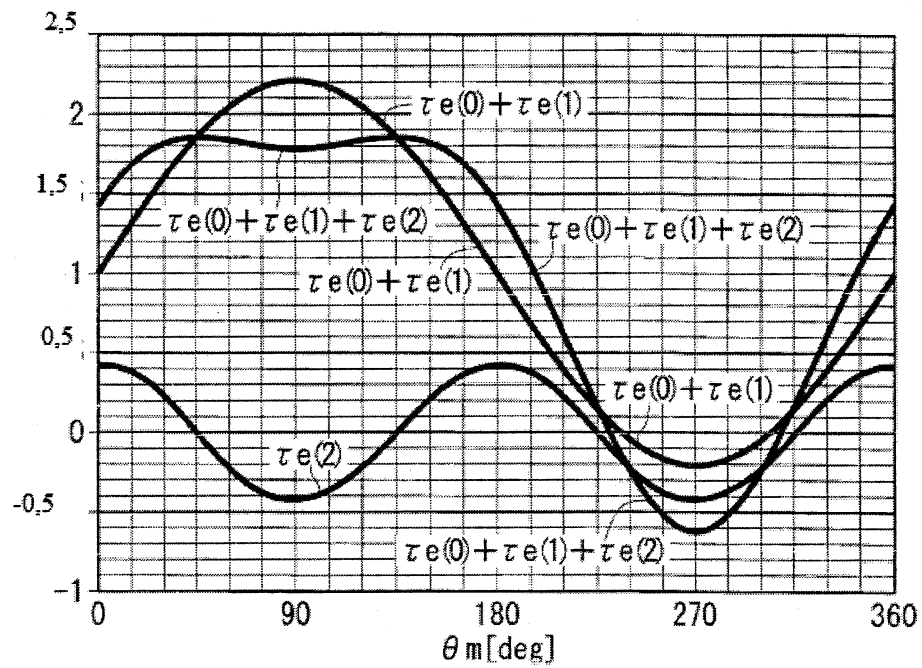


Fig.24

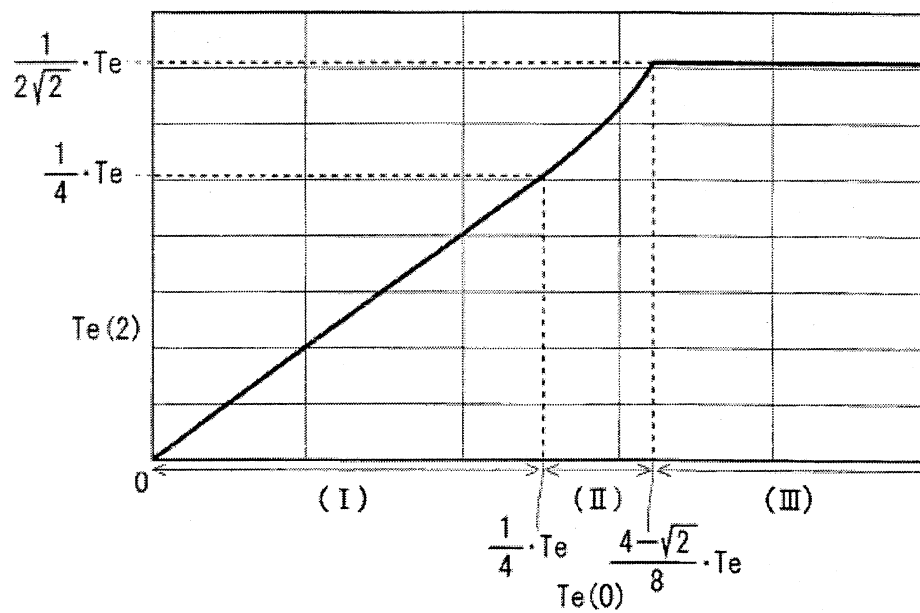


Fig.25

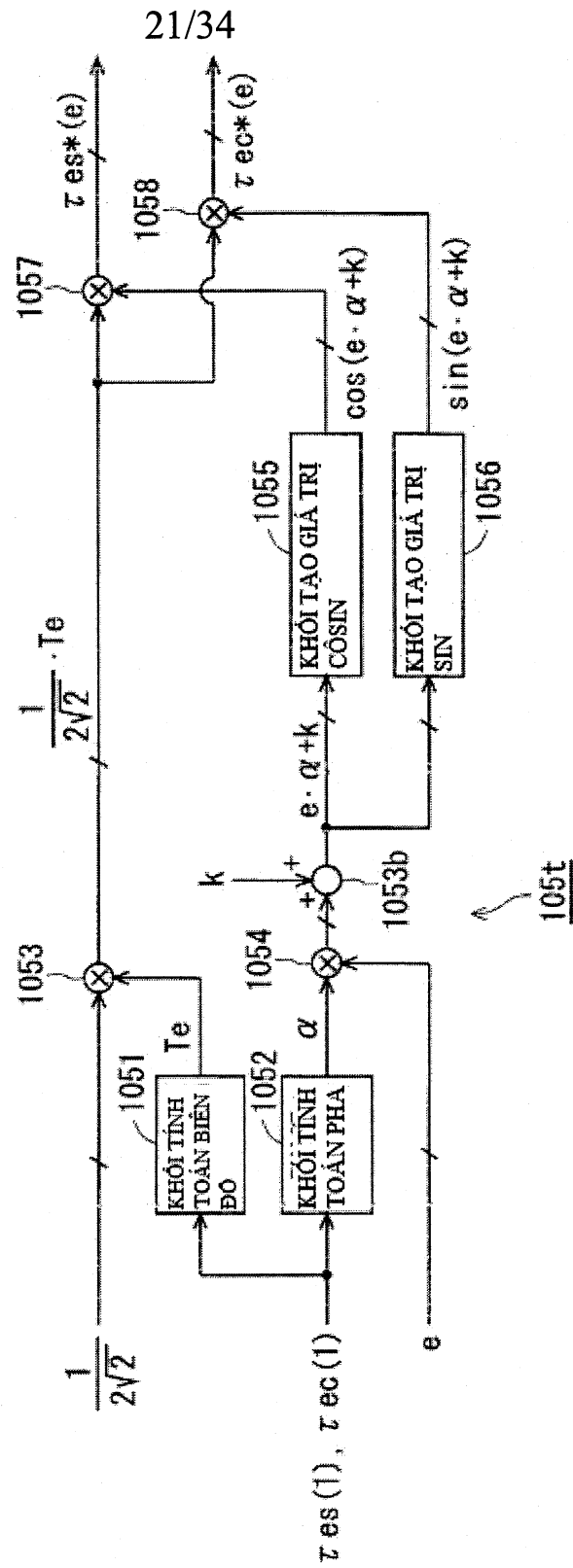


Fig.26

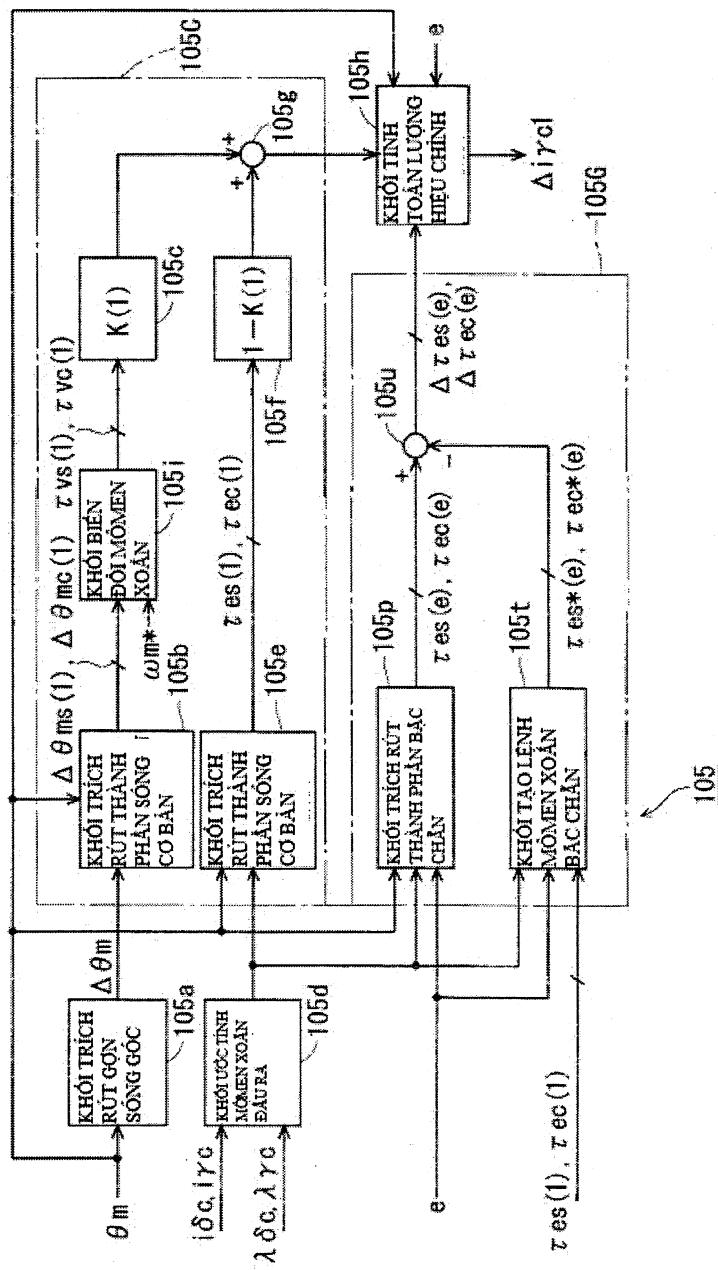


Fig.27

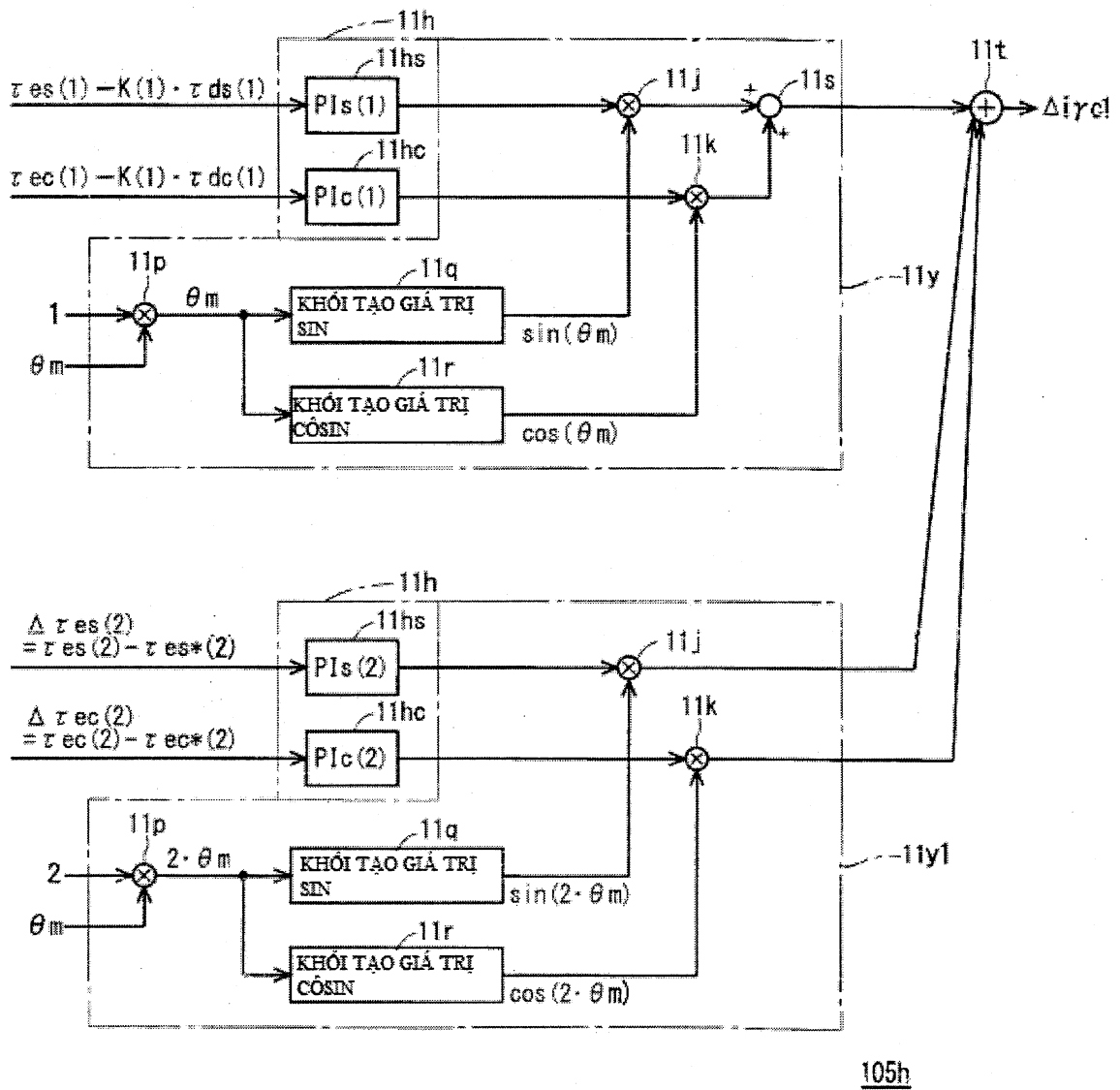
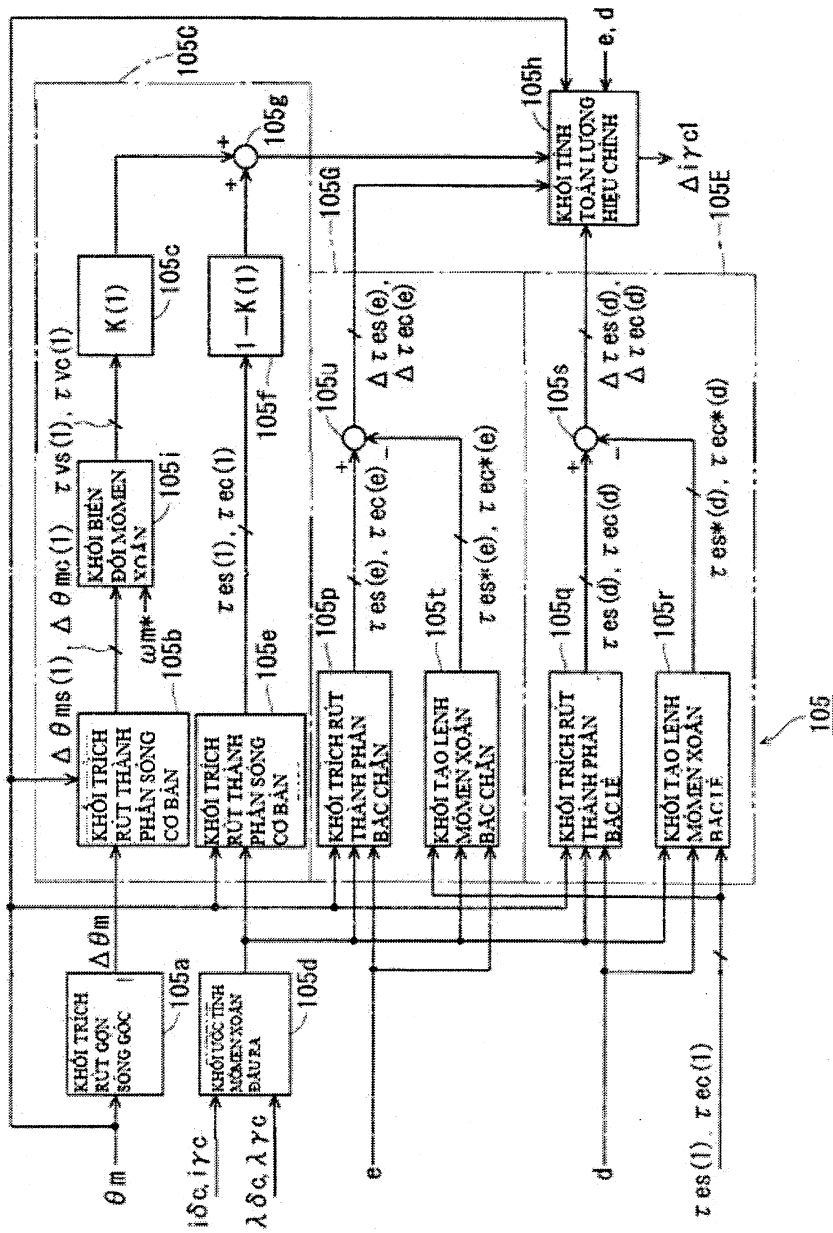
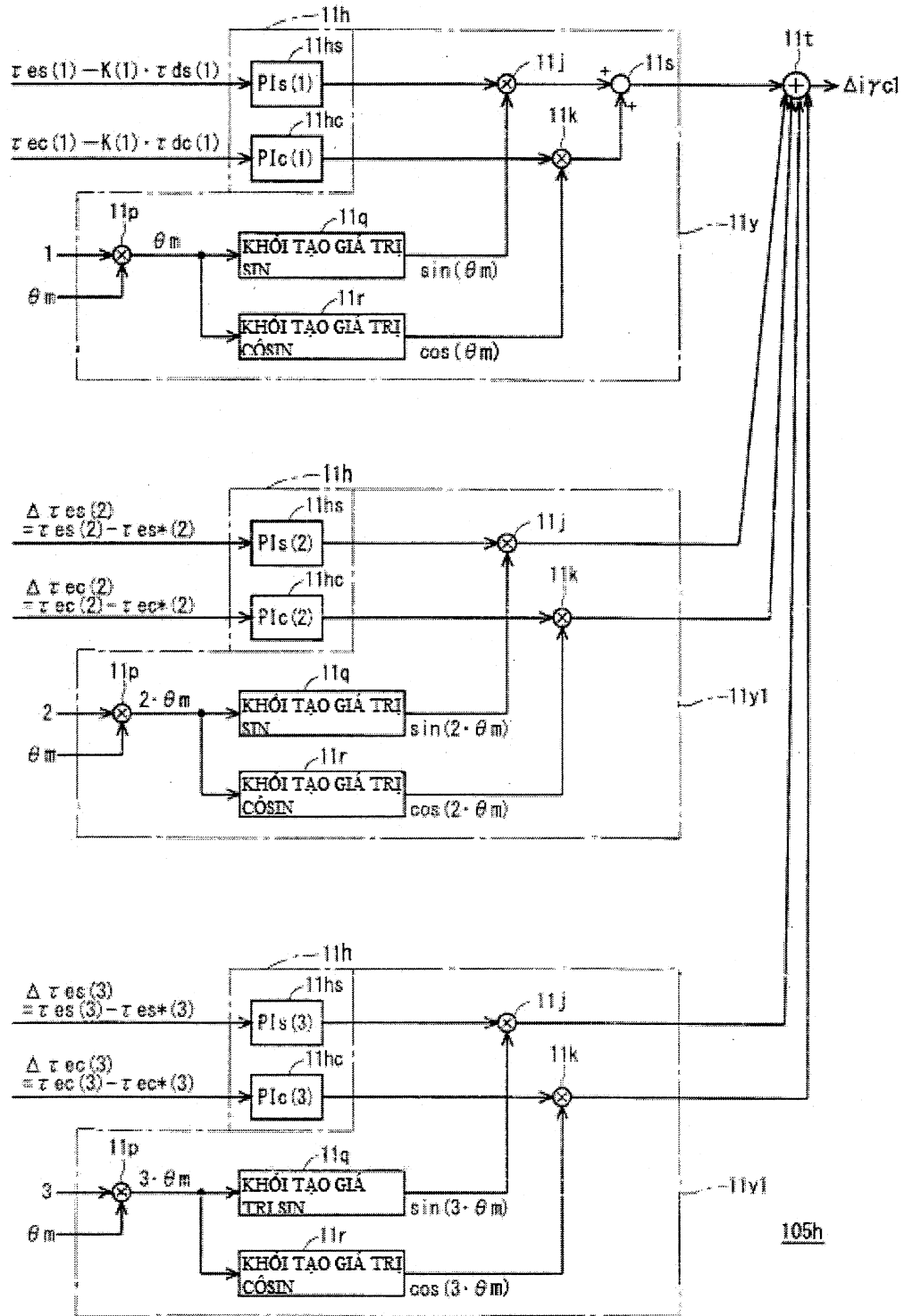


Fig.28



25/34



26/34

Fig.30

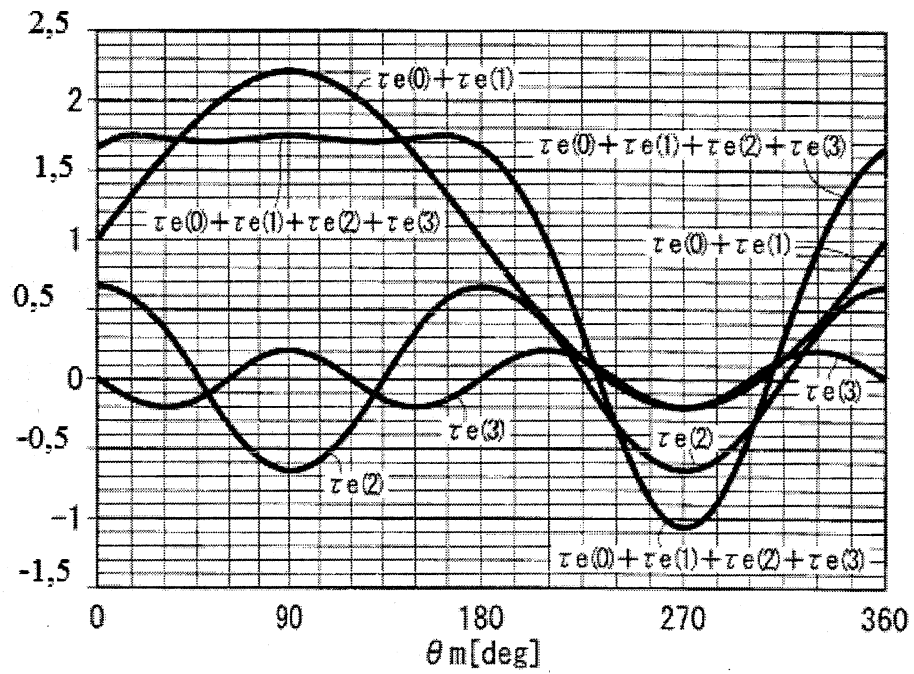


Fig.31

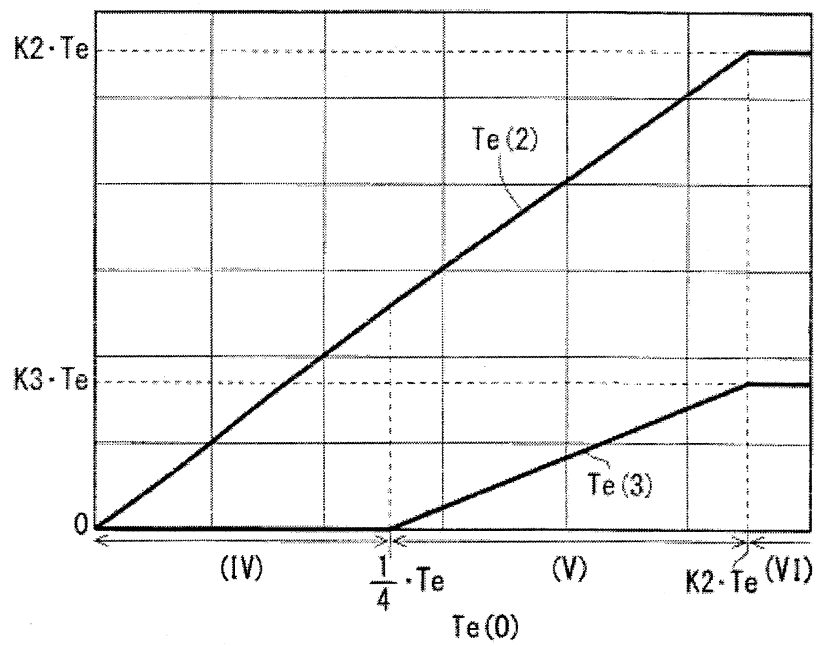
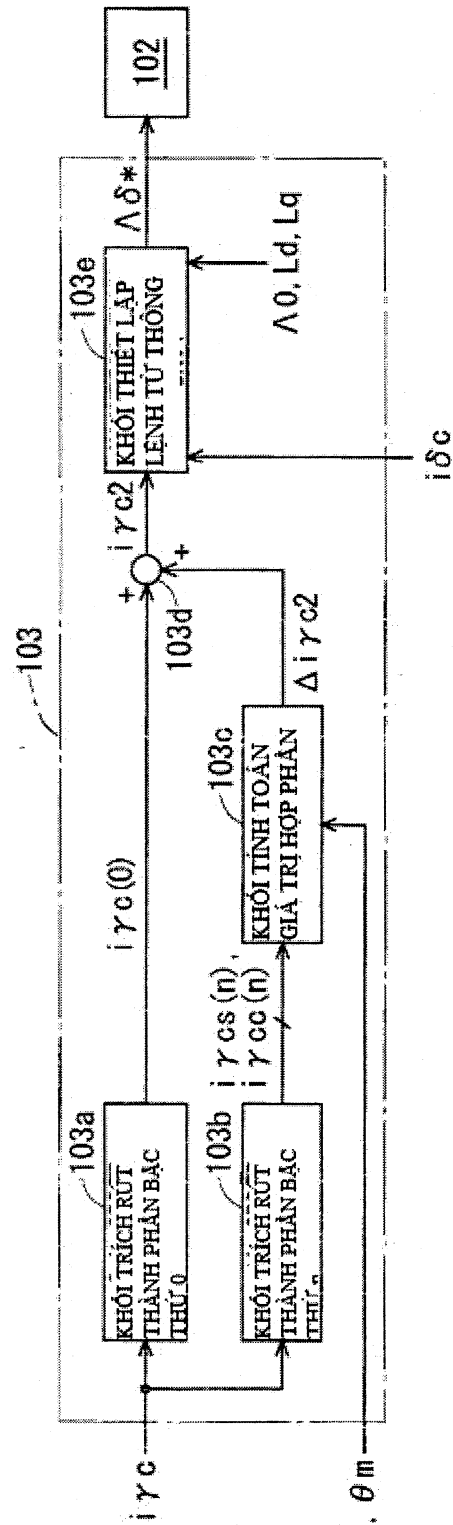


Fig.32





28/34

Fig.33

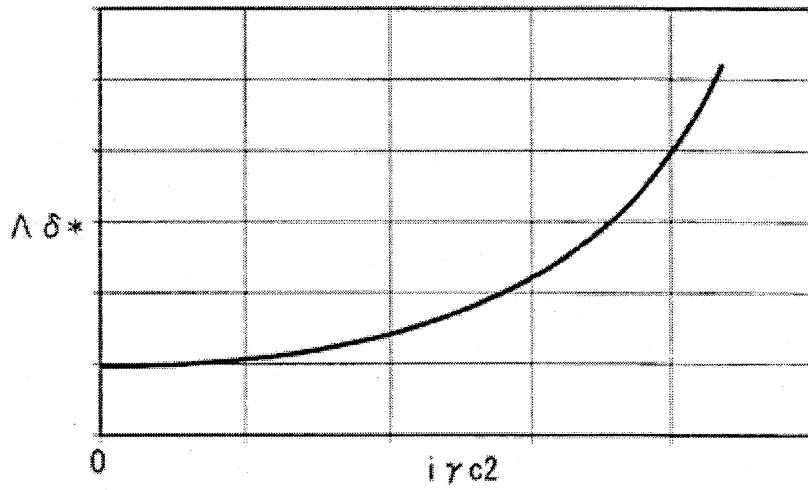


Fig.34

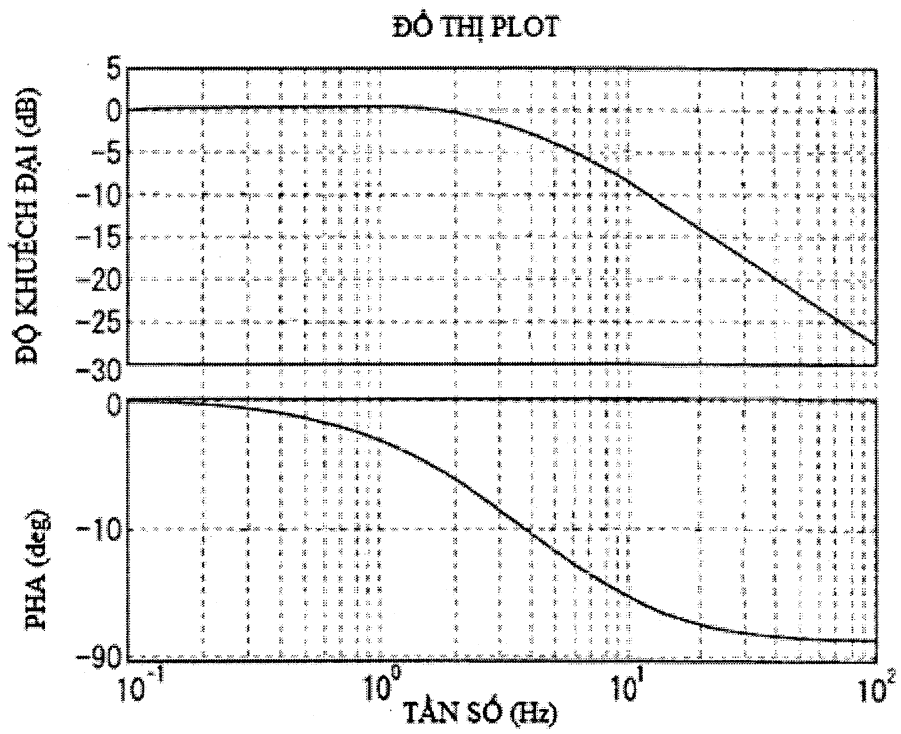


Fig.35

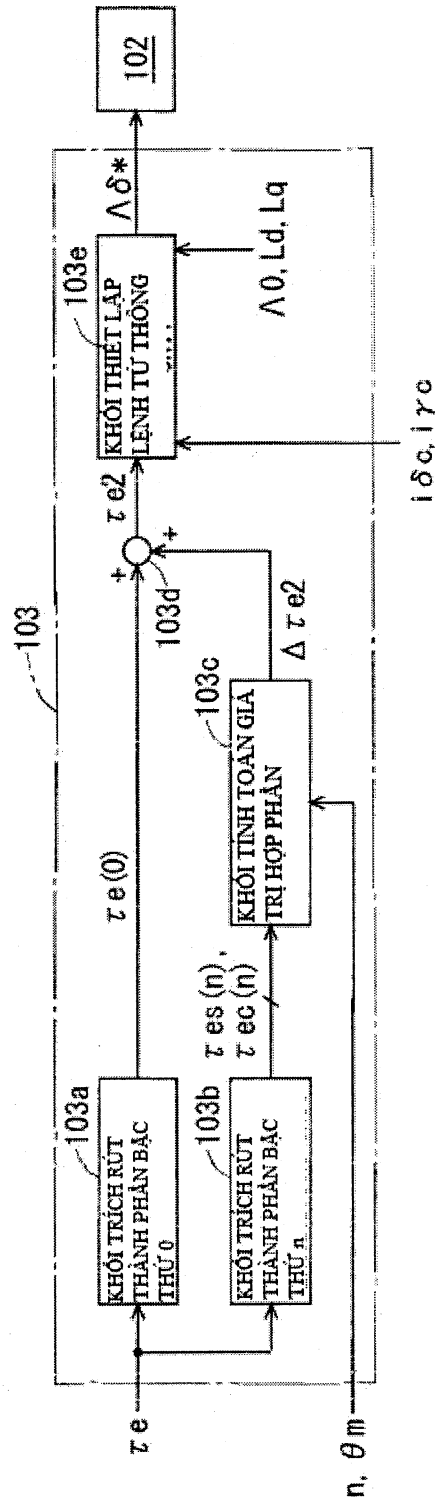


Fig.36

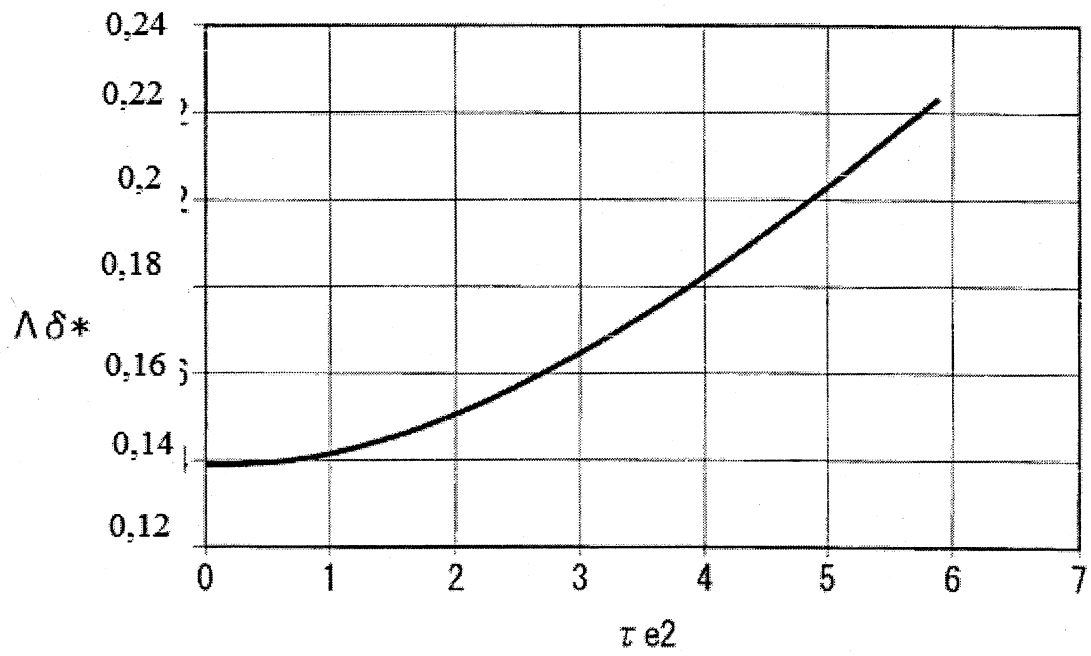


Fig.37

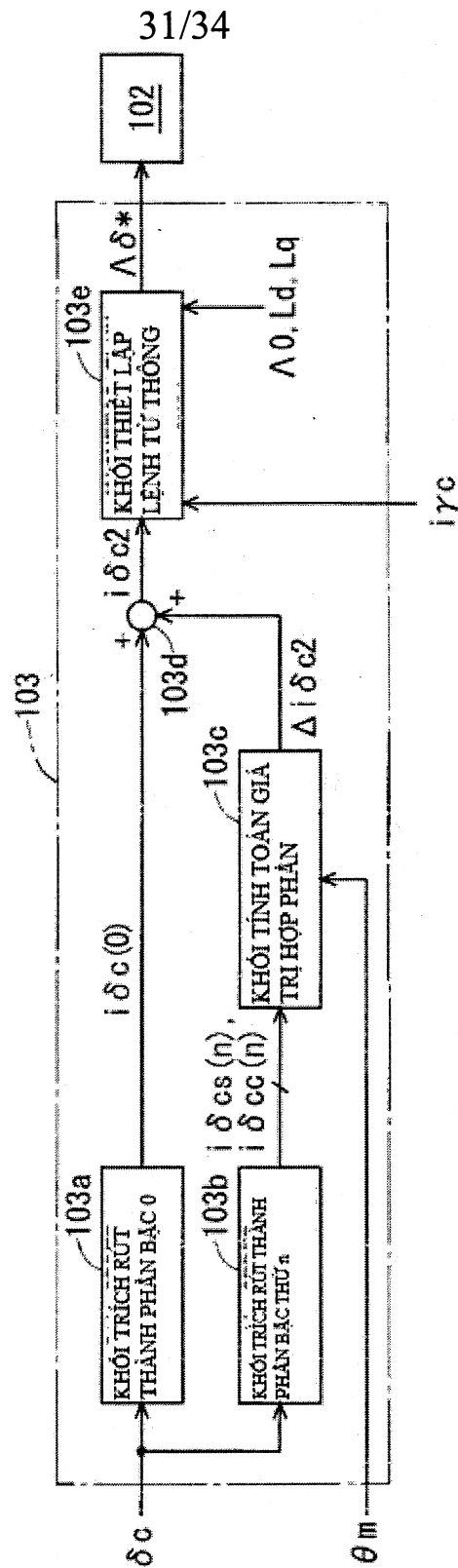


Fig.38

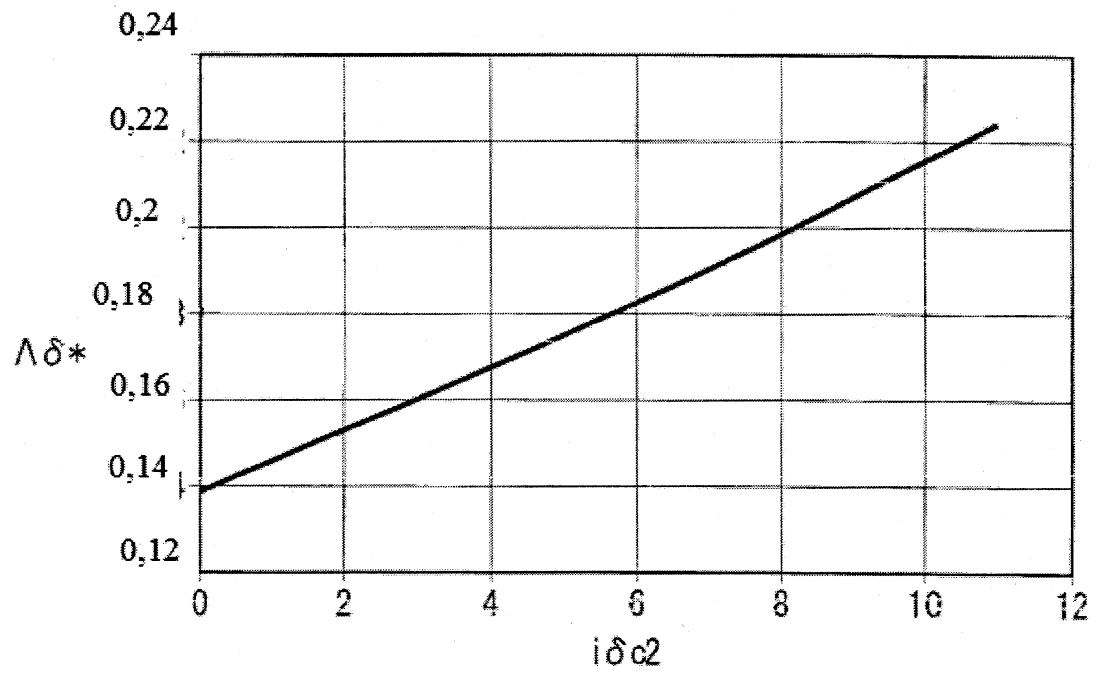


Fig.39

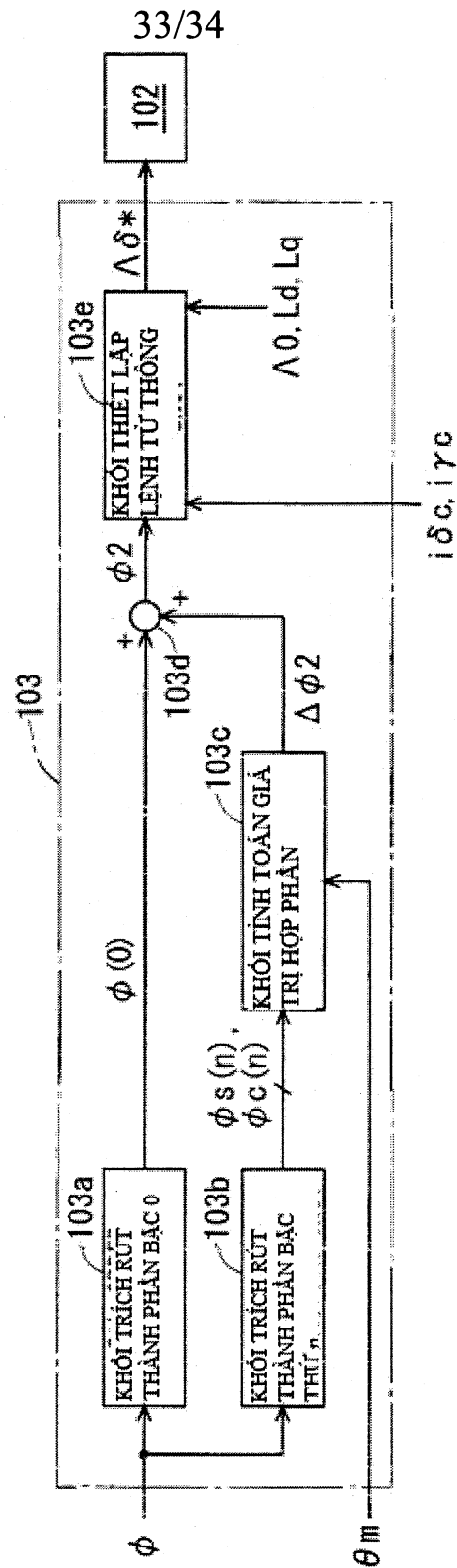


Fig.40

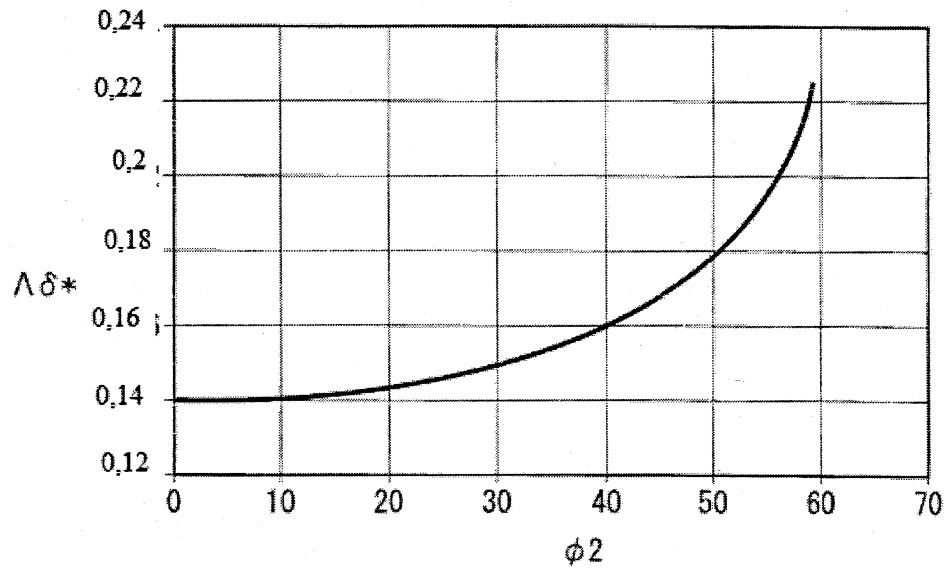


Fig.41

