

**TCVN 6627-16-3:2014
IEC/TR 60034-16-3:1996**

Xuất bản lần 1

**MÁY ĐIỆN QUAY –
PHẦN 16-3: HỆ THỐNG KÍCH TỪ MÁY ĐIỆN ĐỒNG BỘ -
TÍNH NĂNG ĐỘNG HỌC**

*Rotating electrical machines –
Part 16: Excitation systems for synchronous machines –
Chapter 3: Dynamic performance*

Mục lục

	Trang
Lời nói đầu	4
Lời giới thiệu	5
1 Phạm vi áp dụng	7
2 Tính năng của tín hiệu nhỏ	7
2.1 Phương pháp mô tả tính năng của tín hiệu nhỏ.....	7
2.2 Tác dụng của điều khiển kích từ lên độ ổn định của hệ thống	9
2.3 Ứng dụng của bộ ổn định hệ thống điện	10
3 Tính năng của tín hiệu lớn	10
3.1 Qui định chung	10
3.2 Tiêu chí tính năng của tín hiệu lớn	11

Lời nói đầu

TCVN 6627-16-3:2014 hoàn toàn tương đương với IEC 60034-16-3:1996;

TCVN 6627-16-3:2014 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC/E1 *Máy điện và khí cụ điện* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Lời giới thiệu

Bộ Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 6627, *Máy điện quay* được xây dựng trên cơ sở chấp nhận hoàn toàn IEC 60034 do Ban kỹ thuật Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN/TC/E1 *Máy điện và khí cụ điện* xây dựng. Bộ TCVN 6627 (IEC 60034) hiện đã có các tiêu chuẩn sau:

- 1) TCVN 6627-1:2014 (IEC 60034-1:2010), Máy điện quay – Phần 1: Thông số đặc trưng và tính năng
- 2) TCVN 6627-2-1:2010 (IEC 60034-2-1:2007), Máy điện quay – Phần 2: Phương pháp tiêu chuẩn để xác định tổn hao và hiệu suất bằng thử nghiệm (không kể máy điện dùng cho xe kéo)
- 3) TCVN 6627-2A:2001 (IEC 60034-2A:1974), Máy điện quay – Phần 2: Phương pháp thử nghiệm để xác định tổn hao và hiệu suất của máy điện quay (không kể máy điện dùng cho xe kéo). Đo tổn hao bằng phương pháp nhiệt lượng
- 4) TCVN 6627-3:2010 (IEC 60034-3:2007), Máy điện quay – Phần 3: Yêu cầu cụ thể đối với máy phát đồng bộ truyền động bằng tuabin hơi hoặc tuabin khí
- 5) TCVN 6627-5:2008 (IEC 60034-5:2000 and amendment 1:2006), Máy điện quay – Phần 5: Cấp bảo vệ bằng vỏ ngoài nhờ thiết kế tích hợp (Mã IP) – Phân loại
- 6) TCVN 6627-6:2011 (IEC 60034-6:1991), Máy điện quay – Phần 6: Phương pháp làm mát (Mã IC)
- 7) TCVN 6627-7:2008 (IEC 60034-7:2004), Máy điện quay – Phần 7: Phân loại các kiểu kết cấu, bố trí lắp đặt và vị trí hộp đầu nối (Mã IM)
- 8) TCVN 6627-8:2010 (IEC 60034-8:2007), Máy điện quay. Phần 8: Ghi nhãn đầu nối và chiều quay
- 9) TCVN 6627-9:2011 (IEC 60034-9:2007), Máy điện quay. Phần 9: Giới hạn mức ồn
- 10) TCVN 6627-11:2008 (IEC 60034-11:2004), Máy điện quay – Phần 11: Bảo vệ nhiệt
- 11) Máy điện quay – Phần 12: Đặc tính khởi động của động cơ cảm ứng lồng sóc ba pha một tốc độ
- 12) TCVN 6627-14:2008 (IEC 60034-14:2003 and amendment 1:2007), Máy điện quay – Phần 14: Rung cơ khí của một số máy điện có chiều cao tâm trục bằng 56 mm và lớn hơn – Đo, đánh giá và giới hạn độ khắc nghiệt rung
- 13) TCVN 6627-15:2011 (IEC 60034-15:2009), Máy điện quay – Phần 15: Mức chịu điện áp xung của cuộn dây stato định hình dùng cho máy điện xoay chiều
- 14) TCVN 6627-16-1:2014 (IEC 60034-16-1:2011), Máy điện quay – Phần 16-1: Hệ thống kích từ máy điện đồng bộ - Định nghĩa
- 15) TCVN 6627-16-2:2014 (IEC/TR 60034-16-2:1991), Máy điện quay – Phần 16-2: Hệ thống kích từ máy điện đồng bộ - Mô hình để nghiên cứu hệ thống điện

TCVN 6627-16-3:2014

- 16) TCVN 6627-16-3:2014 (IEC 60034-16-3:1996), Máy điện quay – Phần 16-3: Hệ thống kích từ máy điện đồng bộ - Tính năng động học
- 17) TCVN 6627-18-1:2011 (IEC 60034-18-1:2010), Máy điện quay – Phần 18-1: Đánh giá chức năng của hệ thống cách điện – Hướng dẫn chung
- 18) TCVN 6627-18-21:2011 (IEC 60034-18-21:1992 with amendment 1:1994 and amendment 2:1996), Máy điện quay – Phần 18-21: Đánh giá chức năng hệ thống cách điện – Quy trình thử nghiệm dây quấn kiểu quấn dây – Đánh giá về nhiệt và phân loại
- 19) TCVN 6627-18-31:2014 (IEC 60034-18-31:2012), Máy điện quay – Phần 18-31: Đánh giá chức năng hệ thống cách điện – Quy trình thử nghiệm dây quấn định hình – Đánh giá về nhiệt và phân loại các hệ thống cách điện sử dụng trong máy điện quay
- 20) TCVN 6627-18-32:2014 (IEC 60034-18-32:2010), Máy điện quay – Phần 18-32: Đánh giá chức năng hệ thống cách điện – Quy trình thử nghiệm dây quấn định hình – Đánh giá bằng độ bền nhiệt
- 21) TCVN 6627-18-33:2014 (IEC/TS 60034-18-33:2010), Máy điện quay – Phần 18-33: Đánh giá chức năng hệ thống cách điện – Quy trình thử nghiệm dây quấn định hình – Đánh giá nhiều yếu tố bằng độ bền khi đồng thời chịu ứng suất nhiệt và điện
- 22) TCVN 6627-18-34:2014 (IEC 60034-18-34:2012), Máy điện quay – Phần 18-34: Đánh giá chức năng hệ thống cách điện – Quy trình thử nghiệm dây quấn định hình – Đánh giá độ bền cơ nhiệt của hệ thống cách điện
- 23) TCVN 6627-26:2014 (IEC 60034-26:2006), Máy điện quay – Phần 26: Ảnh hưởng của điện áp mất cân bằng lên tính năng của động cơ cảm ứng lồng sóc ba pha
- 24) TCVN 6627-30:2011 (IEC 60034-30:2008), Máy điện quay – Phần 30: Cấp hiệu suất của động cơ cảm ứng lồng sóc ba pha một tốc độ (Mã IE)
- 25) TCVN 6627-31:2011 (IEC/TS 60034-31:2010), Máy điện quay – Phần 31: Lựa chọn động cơ hiệu suất năng lượng kể các các ứng dụng biến đổi tốc độ – Hướng dẫn áp dụng

Máy điện quay – Phần 16-3: Hệ thống kích từ máy điện đồng bộ – Tính năng động học

Rotating electrical machines –

Part 16: Excitation systems for synchronous machines –

Chapter 3: Dynamic performance

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này đưa ra một cách ngắn gọn các phương pháp sẵn có để nghiên cứu đáp ứng đặc trưng của máy điện đồng bộ có điều khiển kích từ mạch vòng kín.

Sơ đồ khối chung về chức năng của các hệ thống kích từ (xem Hình 1 của TCVN 6627-16-2 (IEC 60034-16-2)) đưa ra các thành phần khác nhau của hệ thống kích từ mà phải được xét đến trong các nghiên cứu độ ổn định của hệ thống điện.

Tiêu chuẩn này đưa ra bản mô tả các đáp ứng điển hình, đặc tính tính năng và các chỉ số cũng như tiêu chí tính năng.

2 Tính năng của tín hiệu nhỏ

2.1 Phương pháp mô tả tính năng của tín hiệu nhỏ

2.1.1 Qui định chung

Tính năng của tín hiệu nhỏ mô tả đáp ứng của điều khiển kích từ và máy điện đồng bộ với các tín hiệu đủ nhỏ mà các phi tuyến có thể bỏ qua và đáp ứng của hệ thống có thể được thể hiện bằng mô hình tuyến tính. Tính năng của tín hiệu nhỏ của các thành phần và hệ thống có thể được mô tả tốt nhất như sau.

2.1.2 Đáp ứng thời gian

Hệ thống kích từ đơn giản hóa và máy điện đồng bộ không tải được thể hiện trên Hình 1. Đáp ứng thời gian với sự thay đổi theo bước với mạch vòng phản hồi kín được mô tả trên Hình 2. Chỉ số tính năng cần quan tâm là thời gian tăng, quá điều chỉnh và thời gian quá độ như được chỉ ra trên hình.

2.1.3 Đáp ứng tần số

Trong hệ thống tuyến tính, đáp ứng tần số là mối quan hệ phụ thuộc tần số được biểu diễn bằng sự sai khác về độ lớn và pha giữa các tín hiệu đầu vào hình sin trạng thái ổn định và các kết quả đầu ra hình sin trạng thái ổn định.

Đặc tính đáp ứng tần số mạch vòng hở của Hình 1 được thể hiện trên Hình 3 đối với hệ thống kích từ được đơn giản hóa với máy điện đồng bộ không tải. Chỉ số cần quan tâm là hệ số khuếch đại tần số thấp G , tần số cắt ω_c , biên của pha Φ_m và biên của hệ số khuếch đại G_m . Đáp ứng tần số mạch vòng kín tương ứng được cho trên Hình 4. Ở đây chỉ số cần quan tâm là độ rộng dải ω_b , giá trị đỉnh M_p của đặc tính hệ số khuếch đại, và tần số ω_m tại đó xuất hiện giá trị đỉnh M_p . Các chỉ số tính năng này đưa ra thước đo độ ổn định tương đối và chỉ thị đặc tính đáp ứng thời gian.

2.1.4 Miền tần số phức

Đặc tính động của hệ thống điều khiển có thể được đánh giá bằng cách lập bản đồ các giá trị đặc trưng (nghiệm đặc trưng) của hàm biến đổi Laplace trong miền tần số phức. Vị trí các nghiệm của hệ thống kích từ với mạch phản hồi điện áp để hở và máy điện đồng bộ không tải được thể hiện trên Hình 5.

Sơ đồ quỹ tích nghiệm là đồ thị các vị trí của các cực mạch vòng kín khi hệ số khuếch đại của mạch vòng được thay đổi từ không đến vô cùng. Hình 6 thể hiện quỹ tích nghiệm của hệ thống kích từ trên Hình 5 với mạch phản hồi điện áp kín. Các cực của hệ thống mạch vòng kín được vẽ khi giá trị hệ số khuếch đại K biến thiên. Lưu ý rằng Hình 5 và Hình 6 tương ứng với hàm truyền đại diện hơn và phức tạp hơn so với hệ thống đơn giản ở Hình 1.

2.1.5 Chỉ số tính năng của tín hiệu nhỏ

Dải diễn hình của các giá trị chỉ số tính năng của tín hiệu nhỏ đối với hệ thống kích từ và máy điện đồng bộ được cho trong Bảng 1. Các dữ liệu này được rút ra từ việc phân tích các dải cực trị dự kiến (dài nhất đến ngắn nhất) của hằng số thời gian kích từ của máy điện đồng bộ và hằng số thời gian của hệ thống kích từ có nhiều khả năng xảy ra.

Các chỉ số này là thước đo đáp ứng tương đối và sự ổn định của việc điều khiển. Trong hầu hết các hệ thống điều khiển có phản hồi, các chỉ số này được xác định sơ bộ bằng đặc tính động của phần tử hệ thống mà đầu ra của chúng là các biến được điều khiển. Trong trường hợp hệ thống điều khiển kích từ, đặc tính động của máy điện đồng bộ (hằng số thời gian kích từ, v.v...) là các yếu tố xác định.

Bảng 1 – Phạm vi điển hình của hệ thống điều khiển kích từ

Chỉ số tính năng động của tín hiệu nhỏ		
Chỉ số tính năng	Ký hiệu	Dải các giá trị dự kiến
Hệ số khuếch đại hệ thống kích từ	K	30 đến 800 đơn vị tương đối
Biên của hệ số khuếch đại	G_m	2 dB đến 20 dB
Biên của pha	Φ_m	20° đến 80°
Giá trị đỉnh của đáp ứng biên độ	M_p	1,0 đến 4,0 (0 dB đến 12 dB)
Độ rộng băng	ω_b	2 đến 75 rad.s ⁻¹
Quá điều chỉnh	d	0 % đến 80 %
Thời gian tăng	t_r	0,05 s đến 2,5 s
Thời gian quá độ	t_s	0,2 s đến 10,0 s
Tỷ số tắt dần	ξ	0 đến 1

2.2 Tác dụng của điều khiển kích từ lên độ ổn định của hệ thống

Điều khiển kích từ là một phần của hệ thống kích từ liên kết với hệ thống nguồn thông qua các đại lượng của máy điện đồng bộ gồm điện áp đầu nối, dòng điện phản kháng và dòng điện tác dụng, dòng điện kích từ và tần số hoặc vận tốc, trong chừng mực áp dụng được. Đáp ứng của hệ thống điều khiển có phản hồi, nhiều biến, nhiều mạch vòng phức hợp này thay đổi đáng kể theo các tham số của nó.

Một cách tiếp cận để đánh giá tính năng của hệ thống phức hợp là lập mô hình hệ thống sử dụng kỹ thuật không gian trạng thái và tính các nghiệm (nghiệm của phương trình đặc tính) đối với phạm vi các tham số hệ thống kích từ, máy điện đồng bộ và hệ thống nguồn cần quan tâm. Mô hình không gian trạng thái có thể rút ra từ các tham số, điều kiện làm việc đã biết của nhà máy điện và hệ thống điện và dữ liệu về đáp ứng tần số thực nghiệm, nếu sẵn có. Tính toán nghiệm sẽ cho dấu hiệu trực tiếp của độ ổn định hệ thống đối với hệ thống tuyến tính hóa và đóng vai trò như một bước ban đầu hiệu quả trước khi thử nghiệm các tham số được chọn trong nghiên cứu tín hiệu lớn. Các chỉ số khác sử dụng mô hình không gian trạng thái có thể đóng vai trò làm thước đo khả năng đáp ứng các tiêu chí qui định của hệ thống điều khiển nhiều mạch vòng.

Máy điện đồng bộ không tải có hàm truyền ứng với hằng số thời gian của mạch kích từ. Khi nối với hệ thống điện, xảy ra ghép nối bổ sung với quán tính, mô men xoắn và góc roto. Tăng góc roto (tức tăng tải) sẽ làm xuất hiện đỉnh cộng hưởng trong hàm truyền điện áp kích từ sang điện áp đầu nối. Điều này tương ứng với các cực phức được căn dụi kém trong miền tần số phức. Khi làm việc ở các góc roto lớn như đặc tính máy điện có thể dễ dàng dẫn đến dao động tắt dần kém hoặc mất ổn định khi làm việc trong hệ thống điều khiển phản hồi kín có bộ điều chỉnh điện áp.

TCVN 6627-16-3:2014

Hệ số khuếch đại lớn và đáp ứng nhanh của hệ thống kích từ nhằm cung cấp mô men đồng bộ hóa tăng cao trong thời gian nhiễu hệ thống điện. Các đặc tính giống nhau này bắt nguồn từ dao động tắt dần âm khi máy điện đồng bộ làm việc ở các góc roto lớn. Thông thường cần sử dụng thêm điều khiển bổ sung ví dụ bộ ổn định hệ thống điện để mở rộng phạm vi ổn định.

Các dao động có thể phân loại thành ba nhóm chung, theo chế độ và tần suất quan sát trên các hệ thống điện.

2.2.1 Dao động cục bộ bên trong máy điện

Các dao động này thường liên quan đến hai hoặc nhiều máy điện đồng bộ ở nhà máy điện hoặc các nhà máy điện ở gần mà ở đó máy điện trao đổi năng lượng qua lại, thường ở tần số từ 1,5 Hz đến 3 Hz.

2.2.2 Dao động của (các) máy điện cục bộ đến hệ thống

Các dao động này thường liên quan đến một hoặc nhiều máy điện đồng bộ ở nhà máy điện cùng trao đổi với hệ thống điện tương đối lớn hoặc trung tâm tải ở tần số trong dải từ 0,7 Hz đến 3,0 Hz. Các dao động này trở thành vấn đề phức tạp khi nhà máy điện đang mang tải cao với hệ thống truyền tải có điện kháng lớn.

2.2.3 Dao động bên trong hệ thống

Các dao động này thường liên quan đến tổ hợp nhiều máy điện đồng bộ trên một phần của hệ thống điện trao đổi qua lại với các máy điện trên phần khác của hệ thống. Dao động bên trong hệ thống thường có tần số thấp ($\leq 1,0$ Hz).

2.3 Ứng dụng của bộ ổn định hệ thống điện

Bộ ổn định hệ thống điện sử dụng các tín hiệu đầu vào bổ sung để đưa can dự hiệu quả vào hệ thống phức hợp gồm máy điện đồng bộ, hệ thống kích từ và hệ thống điện. Bộ ổn định hệ thống điện cải thiện chức năng can dự các dao động của roto sinh ra do nhiễu hệ thống nguồn, bù các đặc tính bất lợi của hệ số khuếch đại cao và điều khiển kích từ đáp ứng, và máy phát làm việc ở các góc roto lớn.

Có thể cần có bộ lọc trong mạch vòng hệ thống điện, để tránh kích thích các tần số xoắn, và các dao động xoắn kéo theo, mà có thể gây mỏi cho trục và hỏng cơ khí nghiêm trọng.

Hai ví dụ về các hàm truyền của bộ ổn định hệ thống điện được cho trên Hình 7 và Hình 8.

3 Tính năng của tín hiệu lớn

3.1 Qui định chung

Tính năng tín hiệu lớn là đáp ứng với các tín hiệu đủ lớn của hệ thống có độ phi tuyến đáng kể.

Mục đích của các tiêu chí tính năng tín hiệu lớn này nhằm cung cấp phương tiện đánh giá tính năng hệ thống kích từ đối với các quá độ nặng nề mà có thể có các thay đổi lớn trong điện áp stator của máy

điện đồng bộ, dòng điện stato của máy điện đồng bộ, và dòng điện kích từ cảm ứng của máy điện đồng bộ. Để đánh giá khả năng của hệ thống kích từ để có thể cải thiện tính năng máy điện đồng bộ, điều cơ bản là các tiêu chí này cần phản ánh ảnh hưởng của sự nhiễu loạn hệ thống điện trong hoạt động thực tế.

Tiêu chí đánh giá tính năng tín hiệu lớn là đáp ứng quá độ, dòng điện và điện áp trần và đáp ứng danh nghĩa rút ra từ đáp ứng thời gian. Các tham số này được định nghĩa trong TCVN 6627-16-1 (IEC 60034-16-1); vai trò của chúng sẽ được mô tả thêm.

3.2 Tiêu chí tính năng của tín hiệu lớn

3.2.1 Qui định chung

Tiêu chí tính năng của tín hiệu lớn sau đây liên quan đến các hệ thống kích từ và, trong trường hợp thuộc đối tượng áp dụng, đến các thành phần của chúng. Để cho phép độ linh hoạt lớn nhất về thiết kế, chế tạo và ứng dụng thiết bị kích từ, một số tiêu chí tính năng đã được xác định 'trong các điều kiện qui định'. Các điều kiện áp dụng có thể được nhà chế tạo qui định hoặc, thông thường, được người mua thiết bị ấn định.

Bản chất chung của một vài xem xét dưới đây ví dụ như các giá trị trần của dòng điện kích từ và điện áp kích từ, cho phép sử dụng chúng để đạt được các mục tiêu khác nhau trong các ứng dụng khác nhau. Do đó, cũng có thể có nhầm lẫn nếu áp dụng không đúng. Phải thận trọng trong việc hiểu các điều khoản về 'điều kiện qui định' theo cách phù hợp với ứng dụng cụ thể.

3.2.2 Dòng điện trần

Trong trường hợp quan tâm đến quá tải duy trì hoặc nhiễu kéo dài thì dòng điện trần có thể dựa trên chế độ nhiệt làm việc của hệ thống kích từ mà từ đó xác định dòng điện đầu ra lớn nhất và khoảng thời gian cần thiết. Đối với một số ứng dụng, dòng điện trần sẽ được xác định bởi yêu cầu là máy điện đồng bộ tạo ra dòng điện ngắn mạch ba pha trạng thái ổn định với giá trị cụ thể trong khoảng thời gian qui định.

Trong trường hợp cần một giá trị cao của điện áp trần để thực hiện hành động cưỡng bức kích từ, các mạch điều khiển bộ giới hạn dòng điện của bộ kích từ có thể xác định dòng điện trần cần thiết.

3.2.3 Điện áp trần

Điện áp trần có thể được sử dụng để đánh giá khả năng cưỡng bức kích từ để điều khiển dòng điện kích từ về phía giá trị dòng điện trần. Điện áp trần cung cấp chỉ thị về điện áp sẵn có để cưỡng bức dòng điện kích từ từ dòng điện kích từ tải danh định lên đến dòng điện trần. Hiệu số giữa điện áp trần và điện áp kích từ tải danh định càng lớn thì khả năng cưỡng bức càng lớn. Các điện áp trần cao hơn sẽ có xu hướng nâng cao độ ổn định quá độ.

TCVN 6627-16-3:2014

Đối với hệ thống kích từ nguồn điện thế và hệ thống kích từ nguồn hỗn hợp có nguồn cung cấp phụ thuộc vào điện áp và dòng điện của máy điện đồng bộ, bản chất của các nhiễu hệ thống nguồn và các tham số thiết kế cụ thể của hệ thống điều khiển kích từ sẽ chi phối đầu ra của hệ thống kích từ. Đối với các hệ thống này, điện áp trần được xác định dựa trên điện áp nguồn qui định và dòng điện nguồn qui định (nếu áp dụng được).

Một số hệ thống kích từ sẽ có cả giá trị dương và âm của điện áp trần. Cũng như vậy, trong một số ứng dụng đặc biệt, hệ thống kích từ có thể đòi hỏi cung cấp dòng điện kích từ cả giá trị âm và dương cho máy điện đồng bộ.

3.2.4 Đáp ứng danh nghĩa của hệ thống kích từ

Đáp ứng danh nghĩa (xem 2.18 của TCVN 6627-16-1 (IEC 60034-16-1)) được sử dụng làm thước đo chất lượng của hệ thống kích từ liên quan đến khả năng phản ứng với các nhiễu quá độ và cho phép so sánh các hệ thống kích từ. Khoảng một nửa thứ hai được chọn để kết hợp với đáp ứng danh nghĩa với sự góp phần của hệ thống kích từ vào sự ổn định quá độ, dao động thứ nhất.

Điểm khởi đầu để xác định đáp ứng danh nghĩa là thời gian khi nhiễu được kích hoạt; nghĩa là, đáp ứng danh nghĩa của hệ thống kích từ cần chứa thời gian trễ có thể có.

Đáp ứng danh nghĩa được xác định bằng cách ban đầu vận hành hệ thống kích từ ở điện áp kích từ danh định của máy điện đồng bộ, sau đó bất ngờ tạo các điều kiện tín hiệu đầu vào điện áp đầu nối cần thiết để điều khiển điện áp của hệ thống kích từ đạt giá trị trần. Nếu đáp ứng danh nghĩa được sử dụng làm thước đo chất lượng khi so sánh các kiểu hệ thống kích từ khác nhau, có thể dẫn đến các kết quả sai nếu sử dụng các kiểu bộ hạn chế khác nhau hoặc các giá trị điện cảm khác nhau của máy điện đồng bộ.

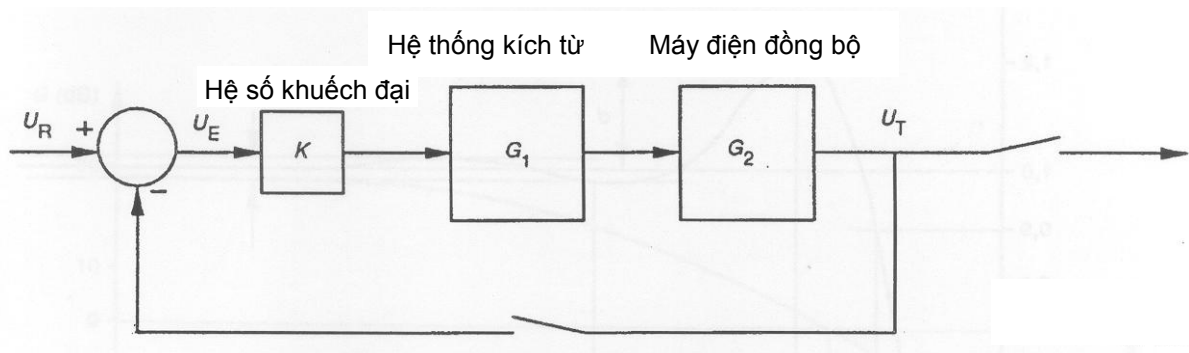
3.2.5 Đáp ứng quá độ

Nhiều tiêu chí tính năng của tín hiệu lớn cho ra một giá trị bằng số đơn lẻ. Điện áp trần của hệ thống kích từ và đáp ứng danh nghĩa là hai ví dụ. Các tiêu chí này có ích khi so sánh tính năng của các hệ thống khác nhau và chúng có giá trị như các tiêu chí thiết kế mà có thể được sử dụng để kiểm tra xác nhận rằng nhà chế tạo đáp ứng các yêu cầu trong qui định kỹ thuật. Tuy nhiên, các tiêu chí giá trị đơn lẻ này không cung cấp đủ thông tin về tất cả các trường hợp đối với việc lựa chọn hoặc kiểm tra tham số mô hình. Đáp ứng cụ thể có thể có được trong các mô hình có các tổ hợp khác nhau về tham số mô hình. Mặc dù đáp ứng quá độ thường kết hợp với phân tích tín hiệu nhỏ, nên đây là tiêu chí có ích trong việc đánh giá tính năng của tín hiệu lớn, đặc biệt đối với các ứng dụng liên quan đến việc lựa chọn và đánh giá các mô hình máy tính.

Đáp ứng quá độ tín hiệu lớn là đáp ứng thời gian với sự biến thiên của đầu vào và đầu ra của các thành phần cần đánh giá như một hàm của thời gian. Mặc dù đáp ứng quá độ thường kết hợp với sự thay đổi theo bước trong các biến đầu vào nên nó chỉ cần thiết khi sự thay đổi trong biến đầu vào là đủ

lớn và đủ nhanh để đáp ứng tại đầu ra được phân loại là đáp ứng tín hiệu lớn đối với đáp ứng tạo ra là có ích.

Hệ thống điều khiển kích từ



$$G_1 = \frac{1}{1 + T_1 s}$$

$$G_2 = \frac{1}{1 + T_2 s}$$

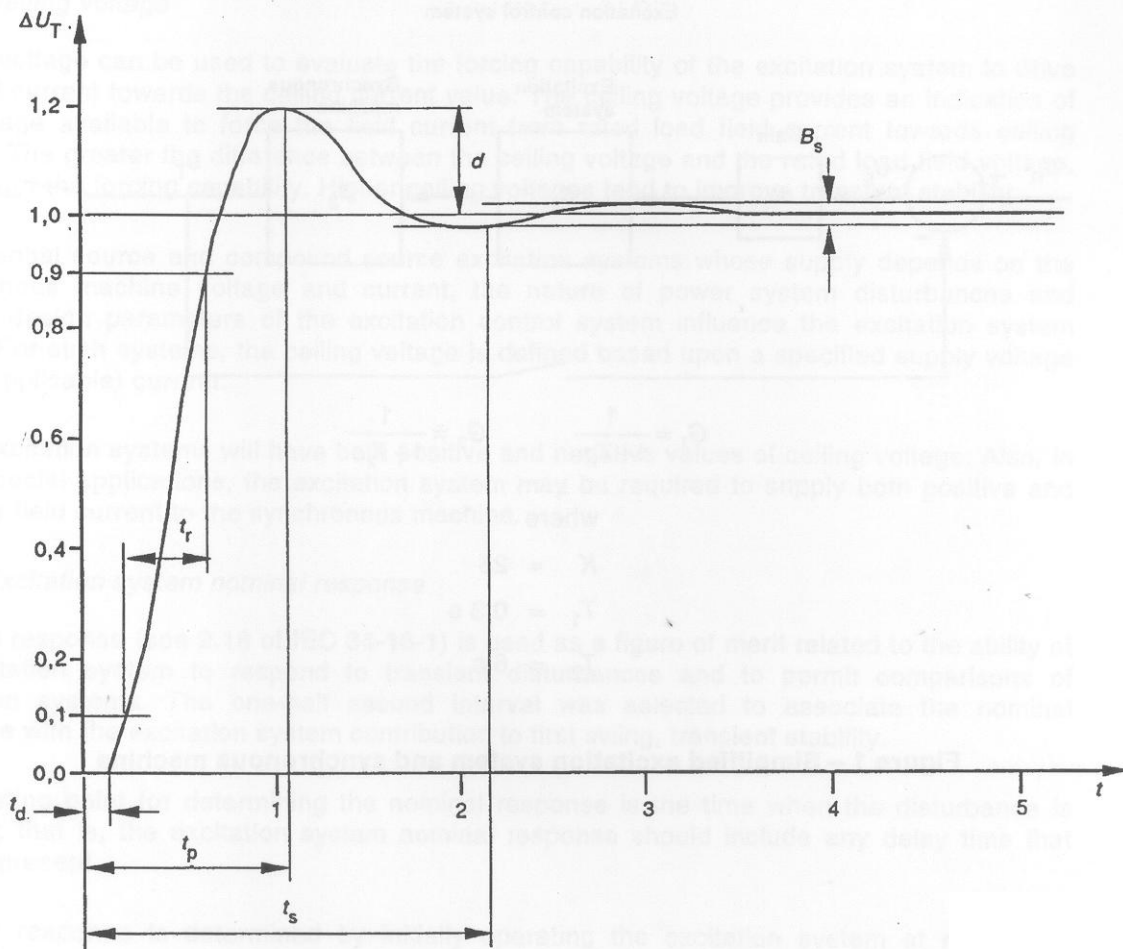
trong đó

$$K = 25$$

$$T_1 = 0,3 \text{ s}$$

$$T_2 = 6 \text{ s}$$

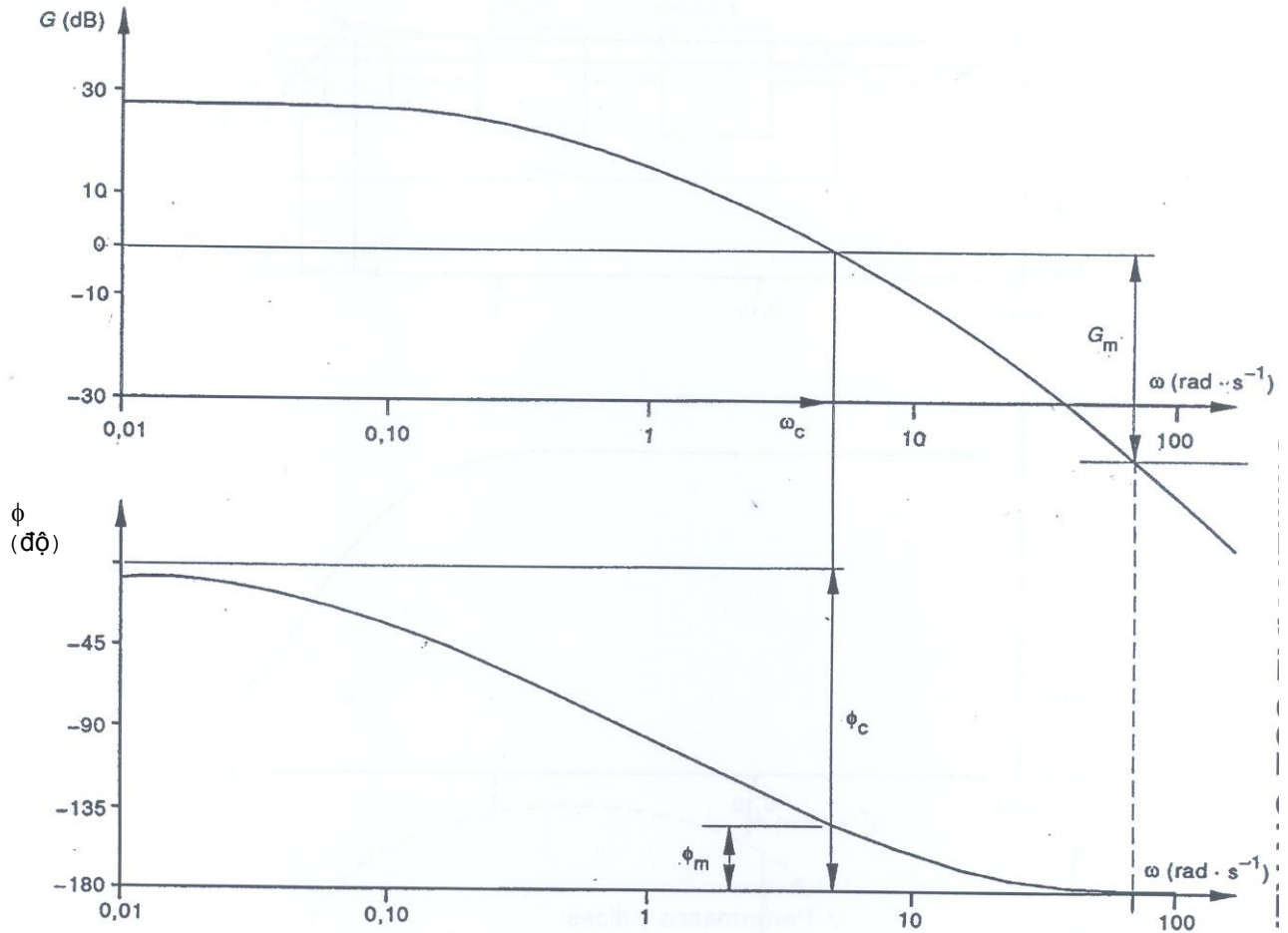
Hình 1 – Hệ thống kích từ đơn giản hóa và máy điện đồng bộ



Chỉ số tính năng:

- t_r thời gian tăng
- d quá điều chỉnh
- t_s thời gian quá độ
- B_s dải qui định đối với thời gian quá độ
- t_d thời gian trễ
- t_p thời gian đạt đến giá trị đỉnh

Hình 2 – Đáp ứng thời gian với sự thay đổi bước nhảy của hệ thống điều khiển kích từ đơn giản



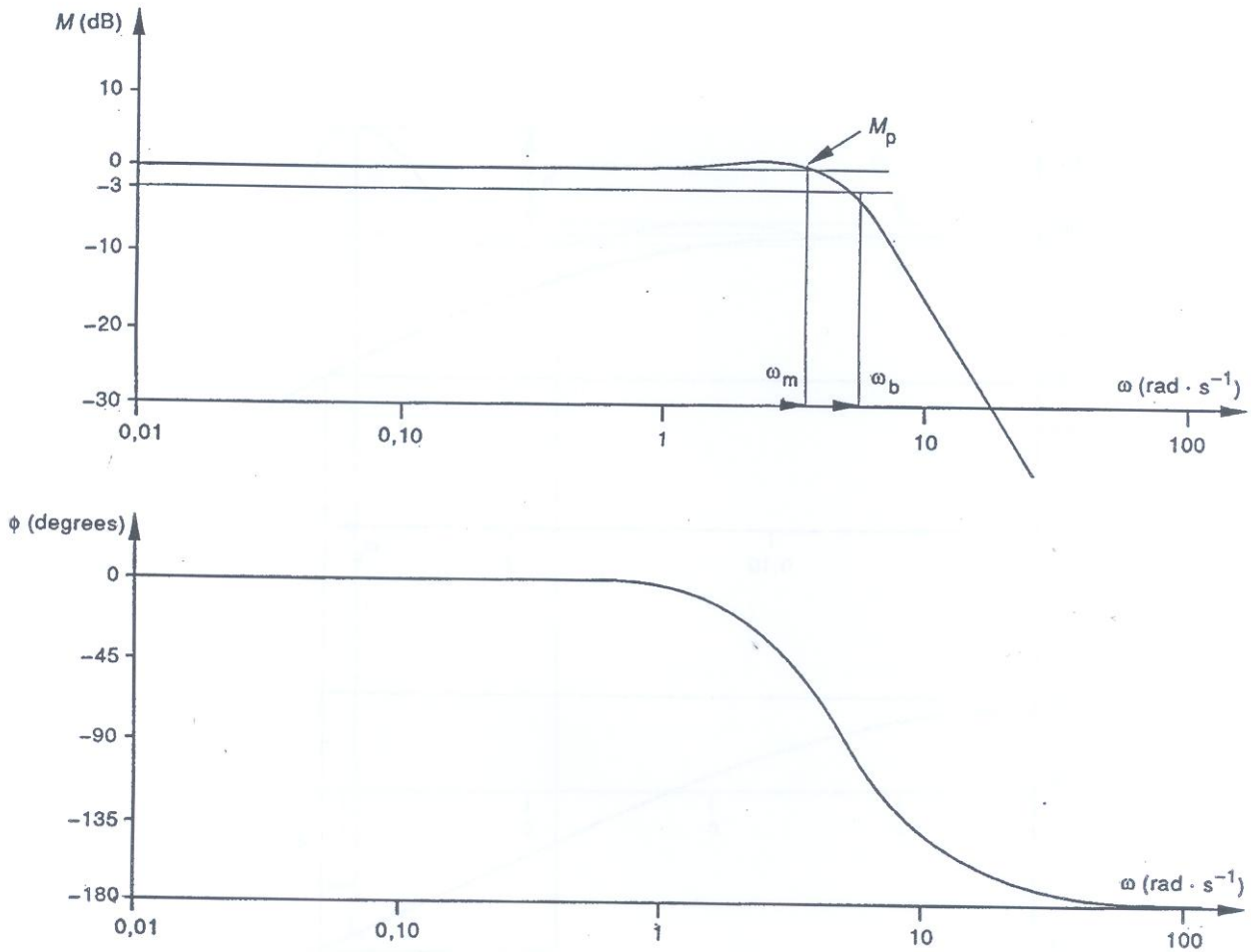
Chỉ số tính năng:

$$\phi_m \text{ biên của pha} = \left(180 - |\phi_c| \right) \text{ tại } \omega_c$$

$$G_m \text{ biên của hệ số khuếch đại} = (0 - G) \text{ tại } \phi = -180^\circ$$

$$\omega_c \text{ tần số cắt tại hệ số khuếch đại bằng đơn vị (} G = 0 \text{)}$$

Hình 3 – Đáp ứng tần số mạch vòng hở của hệ thống điều khiển kích từ đơn giản với máy điện đồng bộ không tải



Chỉ số tính năng:

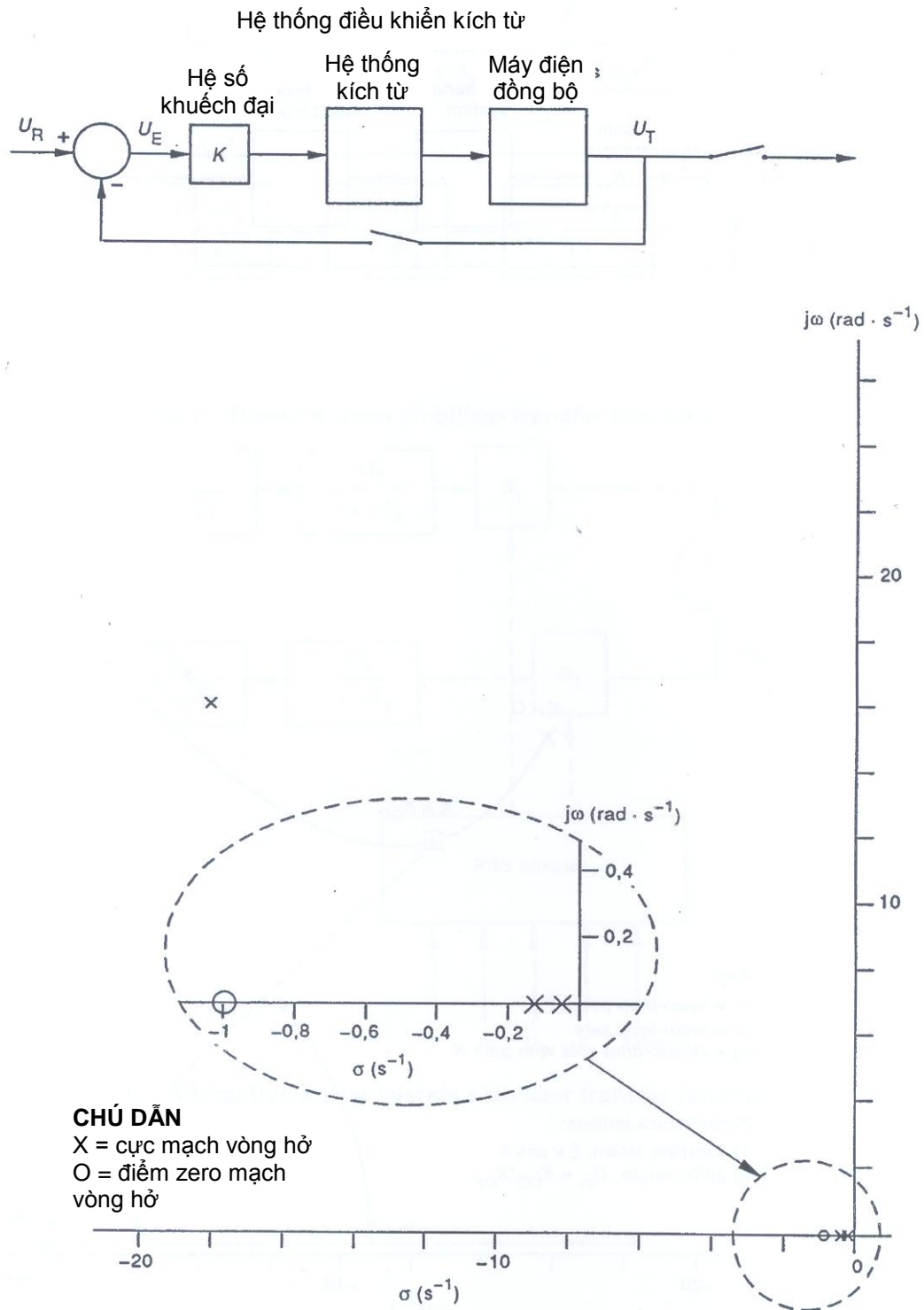
M_p Giá trị đỉnh của đáp ứng biên độ

ω_m tần số tại đó xuất hiện M_p

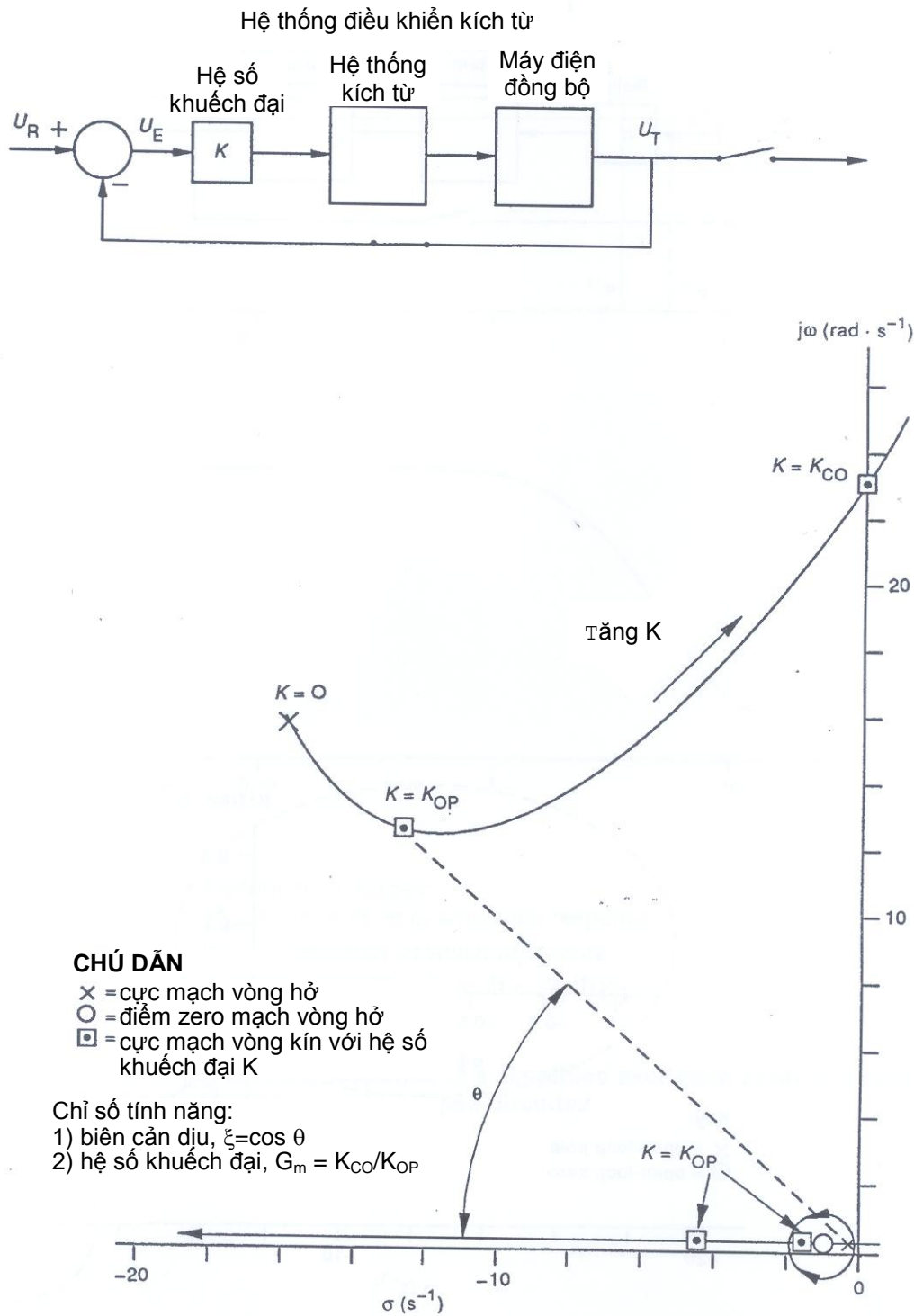
ω_b độ rộng băng tần (ở $M_p = -3$ dB)

Hình 4 – Đáp ứng tần số mạch vòng kín của hệ thống điều khiển kích từ đơn giản

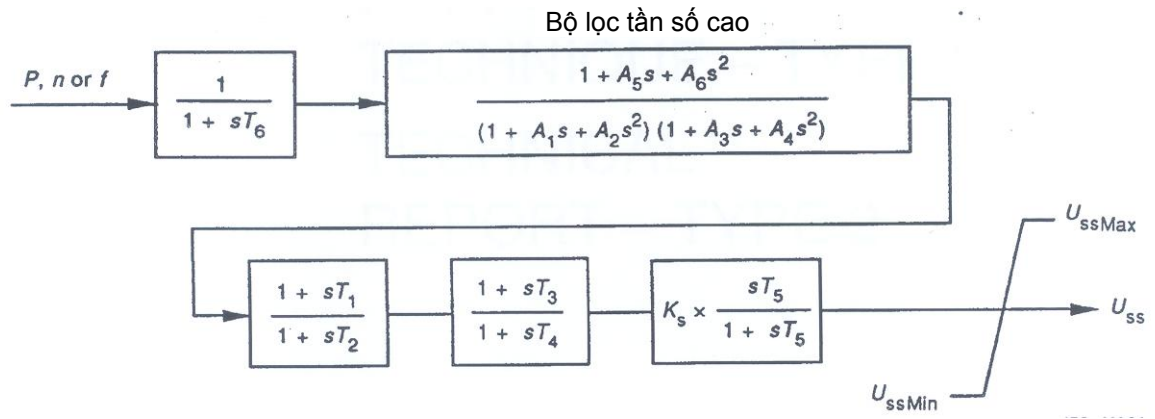
với máy điện đồng bộ không tải



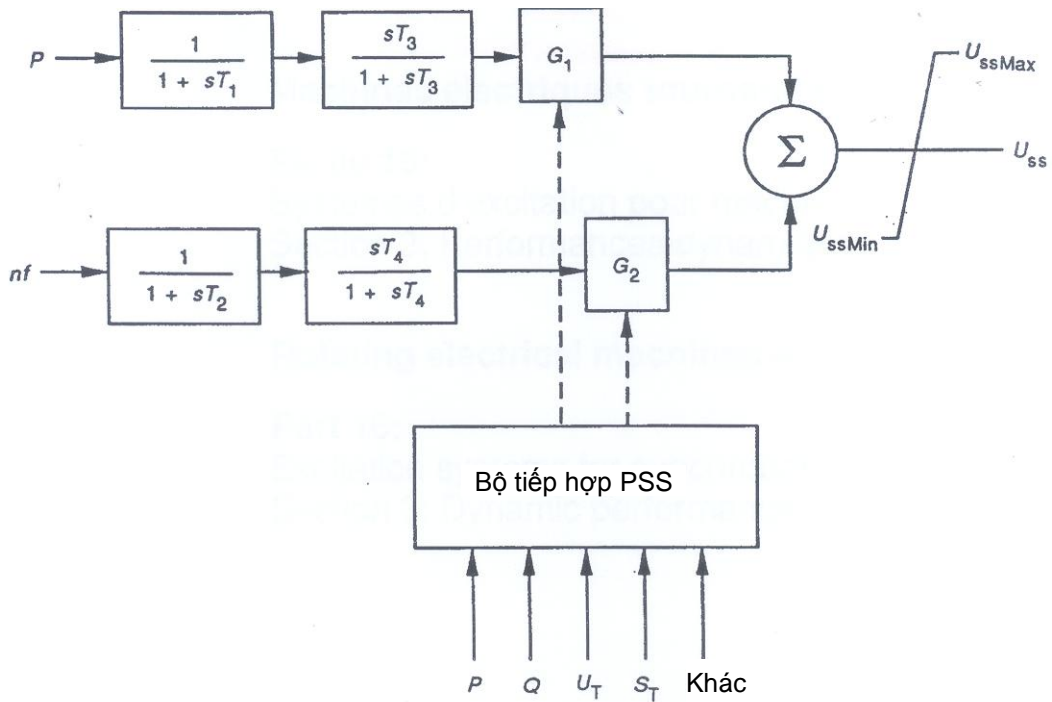
Hình 5 – Đồ thị cực/zero, mạch vòng hở của hệ thống điều khiển kích từ đơn giản với máy điện đồng bộ không tải



Hình 6 – Đồ thị quỹ tích nghiệm, mạch vòng kín của hệ thống điều khiển kích từ đơn giản với máy điện đồng bộ không tải khi hệ số khuếch đại mạch vòng, K , biến thiên



Hình 7 – Hàm truyền của bộ ổn định hệ thống điện



Hình 8 – Hàm truyền thay thế của bộ ổn định hệ thống điện