

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 7589-21 : 2007

IEC 62053-21: 2003

THIẾT BỊ ĐO ĐIỆN (XOAY CHIỀU) - YÊU CẦU CỤ THỂ - PHẦN 21: CÔNG TƠ ĐIỆN KIỂU TÍNH ĐO ĐIỆN NĂNG TÁC DỤNG (CẤP CHÍNH XÁC 1 VÀ 2)

Electricity metering equipment (a.c.) - Particular requirements - Part 21: Static meters for active energy (classes 1 and 2)

Lời nói đầu

TCVN 7589-21 : 2007 thay thế TCVN 6572 : 1999 (IEC 1036 : 1996); TCVN 7589-21 : 2007 hoàn toàn tương đương với tiêu chuẩn IEC 62053-21 : 2003;

TCVN 7589-21 : 2007 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn 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.

THIẾT BỊ ĐO ĐIỆN (XOAY CHIỀU) - YÊU CẦU CỤ THỂ - PHẦN 21: CÔNG TƠ ĐIỆN KIỂU TÍNH ĐO ĐIỆN NĂNG TÁC DỤNG (CẤP CHÍNH XÁC 1 VÀ 2)

Electricity metering equipment (a.c.) - Particular requirements - Part 21: Static meters for active energy (classes 1 and 2)

1. Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này chỉ áp dụng cho công tơ đo oát-giờ (còn gọi là công tơ hữu công) kiểu tĩnh được chế tạo mới, có cấp chính xác 1 và 2, dùng để đo điện năng tác dụng điện xoay chiều có tần số 50 Hz hoặc 60 Hz và chỉ áp dụng cho thử nghiệm điển hình.

Tiêu chuẩn này chỉ áp dụng cho công tơ hữu công kiểu tĩnh sử dụng trong nhà và ngoài trời gồm có phần tử đo và (các) bộ ghi cùng nằm trong vỏ công tơ. Tiêu chuẩn này cũng áp dụng cho (các) bộ chỉ thị hoạt động và (các) đầu ra thử nghiệm. Nếu công tơ có phần tử đo dùng để đo từ hai loại điện năng trở lên hoặc khi có các phần tử chức năng khác ví dụ như bộ chỉ thị phụ tải cực đại, bộ ghi biểu giá điện tử, chuyển mạch hẹn giờ, bộ thu lệnh điều khiển bằng sóng, giao diện truyền dữ liệu, v.v... cùng nằm trong vỏ công tơ, thì áp dụng thêm các tiêu chuẩn liên quan đối với các phần tử này.

Tiêu chuẩn này không áp dụng cho:

- công tơ có điện áp đặt lên các đầu nối vượt quá 600 V (điện áp dây đối với các công tơ dùng cho hệ thống nhiều pha);
- công tơ xách tay;
- giao diện truyền dữ liệu với bộ ghi của công tơ;
- công tơ chuẩn.

Đối với các thử nghiệm chấp nhận, hướng dẫn cơ bản được cho trong IEC 61358. Khía cạnh độ tin cậy được đề cập trong bộ tiêu chuẩn IEC 62059.

2. Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau đây rất cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn. Đối với các tài liệu ghi năm ban hành thì áp dụng các bản được nêu. Đối với các tài liệu không ghi năm ban hành, thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi. Tuy nhiên, các bên có thỏa thuận dựa trên tiêu chuẩn này cần nghiên cứu khả năng áp dụng phiên bản mới nhất của các tài liệu liệt kê dưới đây.

IEC 60736 : 1982, Testing equipment for electrical energy meters (Thiết bị thử nghiệm dùng cho

công tơ đo điện năng).

IEC 61358 : 1996, Acceptance Inspection for direct connected alternating current static watt - hour meters for active energy (classes 1 and 2) (Kiểm tra chấp nhận đối với công tơ hữu công kiểu tĩnh đo điện năng tác dụng điện xoay chiều nối trực tiếp (cấp chính xác 1 và 2).

IEC 62052-11 : 2003, Electricity metering equipment (a.c.) - General requirements, tests and test conditions - Part 11: Metering equipment (Thiết bị đo điện (xoay chiều) - Yêu cầu chung, thử nghiệm và điều kiện thử nghiệm - Phần 11: Thiết bị đo).

IEC 62053-61 : 1998, Electricity metering equipment (a.c.) - Particular requirements - Part 61: Power consumption and voltage requirements (Thiết bị đo điện (xoay chiều) - Yêu cầu cụ thể - Phần 61: Yêu cầu về điện áp và tiêu thụ công suất).

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa cho trong IEC 62052-11.

4 Giá trị điện tiêu chuẩn

Áp dụng các giá trị cho trong IEC 62052-11.

5 Yêu cầu về cơ

Áp dụng các yêu cầu của IEC 62052-11.

6 Điều kiện khí hậu

Áp dụng các điều kiện cho trong IEC 62052-11.

7 Yêu cầu về điện

Ngoài các yêu cầu về điện trong IEC 62052-11, công tơ phải đáp ứng các yêu cầu dưới đây.

7.1 Tiêu thụ công suất

Tiêu thụ công suất trong mạch điện áp và mạch dòng điện phải được xác định ở điều kiện chuẩn cho trong 8.5 bằng phương pháp phù hợp. Sai số tổng lớn nhất của phép đo tiêu thụ công suất không vượt quá 5 %.

7.1.1 Mạch điện áp

Tiêu thụ công suất tác dụng và công suất biểu kiến trong mỗi mạch điện áp của công tơ ở điện áp chuẩn, nhiệt độ chuẩn và tần số chuẩn không được vượt quá các giá trị cho trong Bảng 1.

Bảng 1 - Tiêu thụ công suất trong mạch điện áp của công tơ một pha và công tơ nhiều pha kể cả nguồn cung cấp

Công tơ	Nguồn cung cấp nối tới mạch điện áp	Nguồn cung cấp không nối tới mạch điện áp
Mạch điện áp	2 W và 10 VA	0,5 VA
Nguồn cung cấp phụ	—	10 VA

CHÚ THÍCH 1: Để phối hợp máy biến áp đo lường với công tơ, nhà chế tạo công tơ cần công bố công tơ là tải điện cảm hay tải điện dung (chỉ đối với công tơ nối qua máy biến áp đo lường).

CHÚ THÍCH 2: Các số liệu trên đây là giá trị trung bình. Cho phép nguồn công suất đóng cắt có giá trị công suất đỉnh vượt quá giá trị quy định này, nhưng phải đảm bảo đủ thông số đặc trưng của máy biến áp đo lường sử dụng cùng.

CHÚ THÍCH 3: Đối với công tơ đa chức năng, xem IEC 62053-61.

7.1.2 Mạch dòng điện

Công suất biểu kiến trên mỗi mạch dòng điện của công tơ nối trực tiếp, ở dòng cơ bản, tần số chuẩn và nhiệt độ chuẩn, không được vượt quá các giá trị cho trong Bảng 2.

Công suất biểu kiến trên mỗi mạch dòng điện của công tơ nối qua máy biến dòng đo lường ở trị số dòng điện bằng dòng thứ cấp danh định của máy biến dòng đo lường tương ứng, ở tần số chuẩn và nhiệt độ chuẩn, không được vượt quá giá trị cho trong Bảng 2.

Bảng 2 - Tiêu thụ công suất trong mạch dòng điện

Công tơ	Cấp chính xác của công tơ	
	1	2
Công tơ một pha và nhiều pha	4,0 VA	2,5 VA
CHÚ THÍCH 1: Dòng thứ cấp danh định là giá trị dòng thứ cấp được chỉ ra trên máy biến dòng đo lường theo đồ án định tính năng của máy biến dòng đo lường. Các giá trị tiêu chuẩn của dòng thứ cấp cực đại là 120 %, 150 % và 200 % dòng thứ cấp danh định. CHÚ THÍCH 2: Để phối hợp máy biến dòng đo lường với công tơ, nhà chế tạo công tơ phải công bố công tơ là tải điện cảm hay tải điện dung (chỉ đối với công tơ nối qua máy biến dòng đo lường).		

7.2 Ảnh hưởng của quá dòng ngắn hạn

Quá dòng ngắn hạn không được làm hỏng công tơ. Công tơ phải hoạt động chính xác khi trở lại điều kiện làm việc ban đầu và thay đổi sai số không được vượt quá các giá trị cho trong Bảng 3.

Mạch thử nghiệm về cơ bản phải là mạch không điện cảm và thử nghiệm phải được thực hiện trên từng pha đối với các công tơ nhiều pha.

Đặt quá dòng ngắn hạn trong khi vẫn duy trì điện áp trên các đầu nối, sau đó cho công tơ trở về nhiệt độ ban đầu ở trạng thái (các) mạch điện áp vẫn mang điện (trong khoảng 1 h). a) công tơ nối trực tiếp

Công tơ phải có khả năng mang quá dòng ngắn hạn bằng $30 I_{max}$ với dung sai tương đối từ + 0 % đến -10 % trong một nửa chu kỳ ở tần số danh định.

b) công tơ nối qua máy biến dòng đo lường

Công tơ phải có khả năng mang dòng điện bằng $20 I_{max}$ trong 0,5 s với dung sai tương đối từ +0 % đến -10 %.

CHÚ THÍCH: Yêu cầu này không áp dụng cho các công tơ có tiếp điểm trong mạch dòng điện. Trong trường hợp này, xem các tiêu chuẩn tương ứng.

Bảng 3 - Thay đổi sai số do quá dòng ngắn hạn

Công tơ dùng để	Giá trị dòng điện	Hệ số công suất	Giới hạn thay đổi sai số tính bằng phần trăm đối với công tơ cấp chính xác	
			1	2
Nối trực tiếp	I_b	1	1,5	1,5
Nối qua máy biến dòng đo lường	I_n	1	0,5	1,0

7.3 Ảnh hưởng của tự phát nóng

Thay đổi sai số do tự phát nóng không được vượt quá các giá trị cho trong Bảng 4.

Bảng 4 - Thay đổi sai số do tự phát nóng

Giá trị dòng điện	Hệ số công suất	Giới hạn thay đổi sai số tính bằng phần trăm đối với công tơ cấp chính xác	
		1	2
I_{max}	1	0,7	1,0

	0,5 điện cảm	1,0	1,5
--	--------------	-----	-----

Thử nghiệm phải được thực hiện như sau: cấp điện cho các mạch điện áp ở điện áp chuẩn trong thời gian ít nhất là 2 h đối với cấp chính xác 1 và 1 h đối với cấp chính xác 2, không có dòng trong các mạch dòng, sau đó cho dòng cực đại chạy qua các mạch dòng. Sai số của công tơ phải được đo ở hệ số công suất bằng 1 ngay sau khi đặt dòng điện, và sau đó đo trong các khoảng thời gian đủ ngắn để về được chính xác đường cong thay đổi sai số là hàm số của thời gian. Thử nghiệm phải được tiến hành trong ít nhất 1 h và trong bất cứ trường hợp nào cũng phải thực hiện cho đến khi thay đổi sai số trong 20 ml_n không vượt quá 0,2 %.

Sau đó thử nghiệm này phải được thực hiện ở hệ số công suất là 0,5 (điện cảm).

Cáp sử dụng để cấp điện cho công tơ phải có chiều dài 1 m và mặt cắt phải đảm bảo để mật độ dòng điện nằm trong khoảng từ 3,2 A/mm² đến 4 A/mm².

7.4 Thử nghiệm điện áp xoay chiều

Thử nghiệm điện áp xoay chiều phải được tiến hành theo Bảng 5.

Điện áp thử nghiệm về cơ bản phải là hình sin, có tần số từ 45 Hz đến 65 Hz, và được đặt trong 1 min. Nguồn cấp điện áp thử nghiệm phải có dung lượng ít nhất là 500 VA.

Trong quá trình tiến hành các thử nghiệm liên quan đến đất, các mạch phụ có điện áp chuẩn nhỏ hơn hoặc bằng 40 V phải được nối đất.

Tất cả các thử nghiệm này phải được tiến hành khi vỏ đậy kín, nắp đậy và các nắp đầu nối được lắp đúng vị trí.

Trong khi thử nghiệm, không được xảy ra phóng điện bề mặt, phóng điện đánh thủng.

Bảng 5 - Thử nghiệm điện áp xoay chiều

Thử nghiệm	Áp dụng cho	Điện áp thử nghiệm (giá trị hiệu dụng)	Điểm đặt điện áp thử nghiệm
A	Công tơ có bảo vệ cấp I	2 kV	a) giữa một bên là tất cả các mạch dòng, mạch áp, cũng như các mạch phụ có điện áp chuẩn lớn hơn 40 V, được nối với nhau, và một bên là đất.
		2 kV	b) giữa các mạch điện không được thiết kế để nối với nhau khi vận hành.
B	Công tơ có bảo vệ cấp II	4 kV	a) giữa một bên là tất cả các mạch dòng, mạch áp, cũng như các mạch phụ có điện áp chuẩn lớn hơn 40 V, được nối với nhau và một bên là đất.
		2 kV	b) giữa các mạch điện không được thiết kế để nối với nhau khi vận hành.
		—	c) kiểm tra bằng cách xem xét sự phù hợp với các điều kiện quy định ở 5.7 của IEC 62052-11.

8 Yêu cầu về độ chính xác

Áp dụng các thử nghiệm và các điều kiện thử nghiệm cho trong IEC 62052-11.

8.1 Giới hạn sai số do thay đổi dòng điện

Khi công tơ hoạt động trong các điều kiện chuẩn cho ở 8.5, sai số tính bằng phần trăm không được vượt quá các giới hạn của cấp chính xác tương ứng cho trong Bảng 6 và Bảng 7.

Nếu công tơ được thiết kế để đo điện năng theo cả hai hướng thì các giá trị trong Bảng 6 và Bảng 7 phải được áp dụng cho mỗi hướng.

Bảng 6 - Giới hạn sai số tính bằng phần trăm (công tơ một pha và nhiều pha chịu phụ tải cân bằng)

Giá trị dòng điện		Hệ số công suất	Giới hạn sai số tính bằng phần trăm đối với công tơ cấp chính xác	
đối với công tơ nối trực tiếp	đối với công tơ nối qua máy biến đổi đo lường		1	2
$0,05\ I_b \leq I < 0,1\ I_b$	$0,02\ I_n \leq I < 0,05\ I_n$		1	$\pm 1,5$
$0,1\ I_b \leq I \leq I_{max}$	$0,05\ I_n \leq I \leq I_{max}$	1	$\pm 1,0$	$\pm 2,0$
$0,1\ I_b \leq I < 0,2\ I_b$	$0,05\ I_n \leq I < 0,1\ I_n$	0,5 điện cảm	$\pm 1,5$	$\pm 2,5$
		0,8 điện dung	$\pm 1,5$	-
$0,2\ I_p \leq I \leq I_{max}$	$0,1\ I_n \leq I \leq I_{max}$	0,5 điện cảm	$\pm 1,0$	$\pm 2,0$
		0,8 điện dung	$\pm 1,0$	-
Khi có yêu cầu đặc biệt của người sử dụng:		0,25 điện cảm	$\pm 3,5$	-
Từ		0,5 điện dung	$\pm 2,5$	-
$0,2\ I_b \leq I \leq I_b$	$0,1\ I_n \leq I \leq I_n$			

Bảng 7 - Giới hạn sai số tính bằng phần trăm (công tơ nhiều pha mang tải một pha nhưng có điện áp các pha cân bằng đặt vào mạch điện áp)

Giá trị dòng điện		Hệ số công suất	Giới hạn sai số tính bằng phần trăm đối với công tơ cấp chính xác	
đối với công tơ nối trực tiếp	đối với công tơ nối qua máy biến đổi đo lường		1	2
$0,1 I_b \leq I \leq I_{max}$	$0,05 I_n \leq I \leq I_{max}$	1	$\pm 2,0$	$\pm 3,0$
$0,2 I_b \leq I \leq I_{max}$	$0,1 I_n \leq I \leq I_{max}$	0,5 điện cảm	$\pm 2,0$	$\pm 3,0$

Chênh lệch giữa sai số tính bằng phần trăm khi công tơ mang tải một pha và mang tải nhiều pha cân bằng ở dòng điện cơ bản I_b và hệ số công suất bằng 1 đối với công tơ nối trực tiếp và ở dòng điện danh định I_n và hệ số công suất bằng 1 đối với công tơ nối qua máy biến đổi đo lường, không được vượt quá 1,5 % đối với công tơ cấp chính xác 1 và 2,5 % đối với công tơ cấp chính xác 2.

CHÚ THÍCH: Khi thử nghiệm sự phù hợp với Bảng 7, dòng điện thử nghiệm phải được đặt lần lượt vào từng phần tử đo.

8.2 Giới hạn sai số do các đại lượng gây ảnh hưởng

Sai số tính bằng phần trăm bổ sung do thay đổi của các đại lượng gây ảnh hưởng so với điều kiện chuẩn, như nêu trong 8.5, không được vượt quá các giới hạn đối với cấp chính xác tương ứng cho trong Bảng 8.

Bảng 8 - Đại lượng gây ảnh hưởng

Đại lượng gây ảnh hưởng	Giá trị dòng điện (cân bằng, nếu không có quy định khác)		Hệ số công suất	Hệ số nhiệt độ trung bình	
	đối với công tơ nối trực tiếp	đối với công tơ nối qua máy biến đổi đo lường		%/ $^{\circ}\text{C}$ đối với công tơ cấp chính xác	
				1	2
Thay đổi nhiệt độ môi trường ⁹⁾	$0,1\ I_b \leq I \leq I_{max}$	$0,05\ I_n \leq I \leq I_{max}$	1	0,05	0,10

	$0,2 I_b \leq I \leq I_{max}$	$0,1 I_n \leq I \leq I_{max}$	0,5 điện cảm	0,07	0,15
				Giới hạn thay đổi sai số tính bằng phần trăm đối với công tơ cấp chính xác	
				1	2
Thay đổi điện áp $\pm 10 \% 1) ^{8)}$	$0,05 I_b \leq I \leq I_{max}$ $0,1 I_b \leq I \leq I_{max}$	$0,02 I_n \leq I \leq I_{max}$ $0,05 I \leq I \leq I$	1 0,5 điện cảm	0,7 1,0	1,0 1,5
Thay đổi tần số $\pm 2 \% ^{8)}$	$0,05 I_b \leq I \leq I_{max}$ $0,1 I_b \leq I \leq I_{max}$	$0,02 I_n \leq I \leq I_{max}$ $0,05 I \leq I \leq I$	1 0,5 điện cảm	0,5 0,7	0,8 1,0
Thứ tự pha đảo ngược	$0,1 I_b$	$0,1 I_n$	1	1,5	1,5
Điện áp không cân bằng ³⁾	I_b	I_n	1	2,0	4,0
Thành phần hài trong mạch dòng và mạch áp ⁵⁾	$0,5 I_{max}$	$0,5 I_{max}$	1	0,8	1,0
Dòng điện một chiều và các hài bậc chẵn trong mạch dòng xoay chiều ⁴⁾	$\frac{I_{max}}{\sqrt{2}} ^{2)}$	-	1	3,0	6,0
Các hài bậc lẻ trong mạch dòng xoay chiều ⁵⁾	$0,5 I_b ^{2)}$	$0,5 I_n ^{2)}$	1	3,0	6,0
Các hài phụ trong mạch dòng xoay chiều ⁵⁾	$0,5 I_b ^{2)}$	$0,5 I_n ^{2)}$	1	3,0	6,0
Cảm ứng từ liên tục có nguồn gốc từ bên ngoài ⁵⁾	I_b	I_n	1	2,0	3,0
Cảm ứng từ có nguồn gốc từ bên ngoài 0,5 mT ⁶⁾	I_b	I_n	1	2,0	3,0
Trường điện từ tần số radio	I_b	I_n	1	2,0	3,0
Hoạt động của các phụ kiện ⁷⁾	$0,05 I_b$	$0,05 I_n$	1	0,5	1,0
Nhiều dẫn tạo ra bởi trường tần số radio	I_b	I_n	1	2,0	3,0
Đột biến quá độ nhanh	I_b	I_n	1	4,0	6,0
Miền nhiễu sóng dao động tắt dần ¹⁰⁾	—	I_n	1	2,0	3,0

¹⁾ Đối với các dải điện áp từ - 20 % đến -10 % và từ +10 % đến +15 % giới hạn thay đổi sai số tính bằng phần trăm bằng ba lần các giá trị cho trong Bảng này.

Đối với các giá trị dưới 0,8 U_n, sai số của công tơ có thể thay đổi trong khoảng từ +10 % tới -100

%.

²⁾ Hệ số méo điện áp phải nhỏ hơn 1 %. Đối với điều kiện thử nghiệm, xem ở 8.2.2 và 8.2.3.

³⁾ Công tơ nhiều pha có ba phần tử đo phải đo và ghi, trong giới hạn thay đổi sai số tính bằng phần trăm cho trong Bảng, nếu mất điện các pha dưới đây:

- một hoặc hai pha, trong lưới ba pha bốn dây;

- một trong ba pha (nếu công tơ được thiết kế cho mục đích này) trong lưới điện ba pha, ba dây.

Điều này chỉ đề cập tới mất điện pha mà không đề cập tới các trường hợp sự cố ví dụ như đứt cầu chì của máy biến đổi đo lường.

⁴⁾ Thử nghiệm này không áp dụng cho công tơ nối qua máy biến đổi đo lường. Các điều kiện thử nghiệm được quy định trong A.1.

⁵⁾ Các điều kiện thử nghiệm được quy định trong các điều từ 8.2.1 đến 8.2.4.

⁶⁾ Cảm ứng từ có nguồn gốc từ bên ngoài bằng 0,5 mT được tạo ra bởi dòng điện có cùng tần số với tần số của điện áp đặt vào công tơ và trong các điều kiện bất lợi nhất về pha và hướng không được gây thay đổi sai số tính bằng phần trăm của công tơ vượt quá các giá trị cho trong Bảng này.

Cảm ứng từ phải đạt được bằng cách đặt công tơ vào giữa một cuộn dây hình tròn, đường kính trung bình là 1 m, có mặt cắt hình vuông và chiều dày hướng kính nhỏ so với đường kính và sức từ động bằng 400 ampe vòng.

⁷⁾ Phụ kiện này khi đặt trong vỏ công tơ, được cấp điện gián đoạn, ví dụ như nam châm điện của bộ ghi nhiều biểu giá.

Cách nối với (các) cơ cấu phụ trợ tốt nhất là được đánh dấu để chỉ ra phương pháp nối đúng. Nếu cách nối này được thực hiện bằng ổ cắm và phích cắm thì phải là loại không đảo đầu được.

Tuy vậy, khi không có các dấu này hoặc không có các ổ phích cắm loại không đảo đầu được thì thay đổi sai số không được vượt quá giới hạn nêu trong Bảng này nếu công tơ được thử nghiệm với cách đấu nối tạo ra điều kiện bất lợi nhất.

⁸⁾ Điểm thử nghiệm khuyến cáo đối với thay đổi điện áp và thay đổi tần số là I_b đối với công tơ nối trực tiếp và I_n đối với công tơ nối qua máy biến đổi đo lường.

⁹⁾ Hệ số nhiệt độ trung bình phải được xác định cho toàn bộ dải làm việc. Dải nhiệt độ làm việc phải được chia thành dải rộng 20 °C. Hệ số nhiệt độ trung bình sau đó phải được xác định cho các dải này bằng cách lấy các phép đo 10 °C trên và 10 °C dưới của điểm giữa dải. Trong quá trình thử nghiệm, nhiệt độ trong bất cứ trường hợp nào không được nằm ngoài phạm vi dải nhiệt độ làm việc quy định.

¹⁰⁾ Thử nghiệm này chỉ áp dụng cho công tơ nối qua máy biến đổi đo lường.

Thử nghiệm đối với thay đổi do các đại lượng gây ảnh hưởng cần được thực hiện độc lập với tất cả các đại lượng gây ảnh hưởng khác tại các điều kiện chuẩn của chúng (xem Bảng 11).

8.2.1 Thử nghiệm độ chính xác khi có sóng hài

Điều kiện thử nghiệm:

- dòng điện tần số cơ bản: $I_1 = 0,5 I_{max}$

- điện áp tần số cơ bản: $U_1 = U_n$

- hệ số công suất tần số cơ bản: 1

- thành phần điện áp hài bậc 5: $U_5 = 10 \% U_n$

- thành phần dòng điện hài bậc 5: $I_5 = 40 \% \text{ dòng cơ bản}$

- hệ số công suất hài: 1