



### 1. GENERAL OF PFC/ TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG BÙ CÔNG SUẤT PHẢN KHÁNG

✓ Today, electricity is the most common energy in the world. The growing use of electronic devices with non-linear waves leads to a distortion of sinusoidal voltage and current now, and brings in the additional losses of power. They have also resulted in current increase of power capacitors and other parts of the system as well as the issues of capacitor resonance with other inductive loads. Therefore, it could damage the components in the systems./

Ngày nay, năng lượng điện là dạng năng lượng được sử dụng phổ biến nhất trên thế giới. Việc sử dụng ngày càng nhiều các thiết bị điện tử có sóng phi tuyến tính dẫn đến sự biến dạng của điện áp và dòng điện hình sin, đồng thời gây ra thêm tổn thất điện năng. Chúng cũng dẫn đến sự gia tăng dòng điện của tụ điện và các bộ phận khác của hệ thống cũng như các vấn đề về cộng hưởng của tụ điện với các tải cảm ứng khác. Do đó, nó có thể làm hỏng các thiết bị trong hệ thống.

✓ In the industrial system with non-linear waves, the capacitors without series reactors prove to be not safe. The reason is that the parallel resonance between power capacitors and the impedance in the system will cause the amplification of harmonic current. The solution is the use of detuned reactors forming a resonating circuit with its resonant frequency below the lowest order harmonic in the system./

Trong hệ thống công nghiệp với các tải phi tuyến, các tụ điện không có cuộn kháng nối tiếp sẽ vận hành không an toàn. Nguyên nhân là do hiện tượng cộng hưởng song song giữa các tụ nguồn và trở kháng trong hệ thống sẽ gây ra hiện tượng khuếch đại dòng điện hài. Giải pháp là sử dụng các cuộn kháng nối tiếp để tạo thành một mạch cộng hưởng với tần số cộng hưởng của nó dưới sóng hài bậc thấp nhất trong hệ thống.

✓ The capacitor cabinet with reactor in the PFC system is actually a passive filter. Reactors with different blocking factors will absorb and limit its amplification, according to different harmonic load. It has below features:

Tử tụ bù bao gồm cuộn kháng trong hệ thống PFC thực chất là một bộ lọc thụ động. Các cuộn kháng với các hệ số chặn khác nhau sẽ hấp thụ và hạn chế độ khuếch đại của nó, tùy theo dải sóng hài khác nhau. Nó có các tính năng dưới đây:

- For frequencies below  $f_r$ , the reactor and capacitor system behaves like a capacitance and compensates the reactive energy./

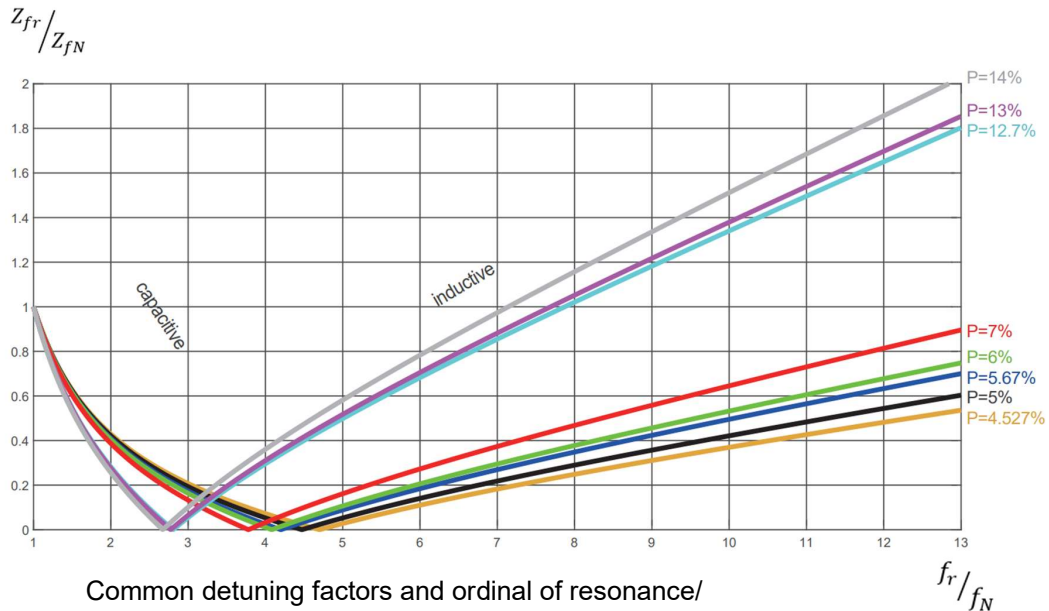
Đối với các tần số dưới tần số cộng hưởng ( $f_r$ ), Hệ thống cuộn kháng và tụ bù hoạt động như một điện dung và bù công suất phản kháng.

- For frequencies above  $f_r$ , the reactor and capacitor system behaves like an inductance, prevents any risk of parallel resonance and absorb certain harmonic current/

Đối với các tần số trên tần số cộng hưởng ( $f_r$ ), Hệ thống cuộn kháng và tụ điện hoạt động giống như điện cảm, ngăn chặn bất kỳ nguy cơ cộng hưởng song song và hấp thụ một số dòng điện hài nhất định.

➤ Therefore, the overall power cost will be reduced in the way of power factor compensation and harmonic restriction. They could reduce the power loss, prolong the life of capacitors and eliminate the unnecessary interference of electronic products. LTEC endeavours to provide you a unique power solution.

Do đó, chi phí điện năng tổng thể sẽ giảm theo cách bù trừ hệ số công suất và hạn chế sóng hài. Chúng có thể giảm tổn thất điện năng, kéo dài tuổi thọ của tụ điện và loại bỏ sự can thiệp không cần thiết của các sản phẩm điện tử.



## 2. PARAMETERS & DEFINITIONS/ CÁC THÔNG SỐ VÀ ĐỊNH NGHĨA

✓ Frequency resonance  $f_r$  according to below formula./ Tần số cộng hưởng tính theo công thức bên dưới:

$$f_r = f_N \frac{1}{\sqrt{P}}$$

The specified frequency resonance of the filter circuit in which the reactor is operating as a key component. Below is the reference charts between common detuning factors and frequencies resonance./

Tần số cộng hưởng của mạch lọc trong đó cuộn kháng đang hoạt động như một thành phần chính. Dưới đây là bảng giá trị tham chiếu giữa các hệ số detuning phổ biến và tần số cộng hưởng.

Detuning factor P/ Hệ số detuning P	Freq. resonance fr/ Tần số cộng hưởng		Recommended applications/ Các ứng dụng được đề xuất
	$f_N=50\text{Hz}$	$f_N=60\text{Hz}$	
5.67%	210Hz	252Hz	Industrial facilities with a significant number of variable-frequency drives (VFDs) but with moderate THD levels (THDi<10-20%, THDU<3-4%). Suitable for general industrial environments without large UPS systems and with limited single-phase nonlinear loads. When HDI in mains must be reduced due to 5th and 7th harmonic current distortions./ Nhà máy có nhiều biến tần nhưng THDi ở mức vừa (THDi<15-20%, THDU<3-4%). Môi trường công nghiệp thông thường, không có UPS lớn, không quá nhiều tải 1 pha và khi hệ thống cần ưu tiên giảm sóng hài bậc 5 trên bus tổng.
6%	204Hz	245Hz	
7%	189Hz	227Hz	<p>A 7% detuned reactor is suitable for electrical systems with dominant 5th-harmonic content and moderate harmonic distortion, where: / Cuộn kháng 7% phù hợp cho hệ thống có hài bậc 5 chiếm ưu thế, với mức méo hài vừa, trong đó:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• THDi <math>\leq</math> 10–25%</li> <li>• THDu <math>\leq</math> 4–5%</li> </ul> <p>This configuration is appropriate for general industrial applications with predominantly linear loads or a moderate proportion of variable-frequency drives (VFDs)./ Phù hợp cho đa số hệ thống công nghiệp thông thường, tải chủ yếu tuyến tính hoặc có biến tần ở mức vừa phải.</p> <p>Typical applications/ Ứng dụng điển hình</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Industrial facilities where VFD loads account for approximately 15–25% of total load/ Nhà máy có VFD chiếm 15–25% tải</li> <li>• No large-capacity UPS systems/ Không có UPS công suất lớn</li> <li>• Limited single-phase nonlinear loads (e.g. LED drivers, servers, AC/DC rectifiers)/ Ít tải phi tuyến 1 pha (LED, server, chỉnh lưu AC/DC)</li> </ul> <p><b>Common load types/ Các tải phổ biến</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plastic &amp; packaging factories/ Nhà máy Bao bì, đóng gói</li> <li>• Wood-processing plants/Nhà máy gỗ</li> <li>• Light textile manufacturing/ Tải chiếu sáng nhẹ</li> <li>• Typical mechanical workshops/ Nhà máy cơ khí thông thường</li> <li>• Commercial buildings with minimal UPS usage/ Tòa nhà thương mại với ít UPS</li> </ul>
8%	177Hz	212Hz	An 8% detuned reactor can be applied to systems with load characteristics similar to those suitable for a 7% detuned reactor, where the 5th harmonic is dominant. However, the 8% detuning level provides improved capacitor protection compared to 7%, as it reduces harmonic current stress on the capacitors./ Cuộn kháng 8% có thể áp dụng cho các hệ thống có đặc điểm tải tương tự như cuộn kháng 7%, tức là hệ thống có hài bậc 5 chiếm ưu thế và mức THDI trung bình. Tuy nhiên, cuộn kháng 8% mang lại mức độ bảo vệ tụ bù cao hơn so với cuộn kháng 7%, nhờ giảm dòng hài chạy qua tụ và hạn chế ứng suất nhiệt.

12.7%	140Hz	168Hz	<p>A 12.7% detuned reactor effectively decouples the capacitors from 3rd, 5th and 7th harmonic currents, prioritizing capacitor protection and resonance avoidance rather than aggressive filtering of a single harmonic order. It is suitable for networks with THDI in the range of about 15–35% and THDU up to 6–8%, especially in installations with a high proportion of nonlinear loads such as VFDs, UPS systems, LED lighting and SMPS-based equipment./</p> <p>Cuộn kháng 12.7% giúp bảo vệ tụ bù khỏi ảnh hưởng trực tiếp của sóng hài bậc 3, 5, 7, ưu tiên bảo vệ tụ và tránh cộng hưởng hơn là lọc mạnh một bậc hài cụ thể. Cuộn kháng 12.7% phù hợp cho các hệ thống có THDI &lt; 20–35%, THDU &lt; 6–8%, với nhiều tải phi tuyến (VFD, UPS, LED, bộ chuyển đổi AC/DC) và yêu cầu cao về tuổi thọ tụ cũng như độ an toàn của hệ thống bù công suất.</p>
13%	138Hz	166Hz	<p>A 13% detuned reactor helps protect power capacitors from the effects of 3rd, 5th, 7th and higher-order harmonics, giving maximum priority to capacitor protection and resonance avoidance, while still maintaining effective overall harmonic mitigation. A 13% reactor is suitable for systems with THDI in the range of approximately 15–35% and THDU≤6–8%, particularly in installations with a high proportion of nonlinear loads such as variable-frequency drives (VFDs accounting for 25–40% of total load), LED lighting, medium-size UPS systems, and AC/DC converters/</p> <p>Cuộn kháng 13% giúp bảo vệ tụ bù khỏi ảnh hưởng của hài 3, 5, 7 và các hài cao hơn, ưu tiên tối đa cho việc bảo vệ tụ và tránh cộng hưởng, trong khi vẫn duy trì hiệu quả giảm hài tổng thể. Reactor 13% phù hợp cho hệ thống có THDI khoảng 15–35%, THDU≤6–8%, và có nhiều tải phi tuyến như VFD (VFD chiếm 25–40% tổng tải), LED, UPS vừa, bộ chuyển đổi AC/DC.</p>
14%	134Hz	160Hz	<p>A 14% detuned reactor helps protect power capacitors from the effects of 3rd, 5th, 7th and higher-order harmonics, giving maximum priority to capacitor protection and eliminating the risk of resonance. A 14% reactor is suitable for systems with THDi in the range of 25–40% and THDU below 6–8%, especially in environments with a high proportion of nonlinear loads such as VFDs (40–60% of total load), medium-size UPS systems, LED lighting, and AC/DC power converters. Typical applications include arc furnace, induction furnace, heavy welding, metallurgy.../</p> <p>Cuộn cảm 14% giúp bảo vệ tụ điện khỏi ảnh hưởng của sóng hài bậc 3, 5, 7 và các bậc cao hơn, ưu tiên tối đa cho việc bảo vệ tụ điện và loại bỏ nguy cơ cộng hưởng. Cuộn cảm 14% phù hợp với các hệ thống có THDI&lt;25–40% và THDU&lt;6–8%, đặc biệt trong môi trường có tỷ lệ tải phi tuyến cao như biến tần (40–60% tổng tải), hệ thống UPS cỡ trung bình, đèn LED và bộ chuyển đổi nguồn AC/DC. Các ứng dụng điển hình bao gồm lò hồ quang, lò cảm ứng, hàn công nghiệp nặng, luyện kim...</p>

- ✓ Detuning factor P/ Hệ số detuning P

$$P = 100 \frac{X_L}{X_C} = 100 \times 4\pi^2 f_N^2 LC$$

- ✓ Required voltage strength of the capacitor ( $U_C$ ) / Điện áp cần thiết của tụ bù  $U_C$

The series connection of capacitor and reactor causes a voltage rise at the capacitor terminals, which must be considered as below formula when selecting a capacitor for the application/ Việc mắc nối tiếp tụ điện và cuộn kháng sẽ gây ra sự gia tăng điện áp tại đầu nối của tụ bù. Điều này phải được tính toán theo công thức bên dưới

$$U_C = \frac{U_N}{(1 - P)}$$

- ✓ Rated reactive power of Capacitor  $Q_C$ / Công suất phản kháng của tụ bù

$$Q_C = 3C2\pi f_N U_N^2 10^{-9}$$

- ✓ Output of Capacitor  $Q_{LC}$ / Công suất ngõ ra mạch LC

$$Q_{LC} = Q_C \left( \frac{U_N}{U_C} \right)^2 \frac{1}{1 - P}$$

### 3. FEATURE TECHNICAL/ ĐẶC TÍNH KỸ THUẬT

- ✓ Three phase harmonic block REACTOR with high linearity, designed and sized for a high harmonic load in power factor correction systems. The R-C type Reactor ensures a lengthy service life, extremely low losses and low noise emission during operation/

Cuộn kháng ba pha với độ tuyến tính cao, được thiết kế tương thích với các tải có hài cao trong các hệ thống bù công suất phản kháng. Mạch RC (REACTOR – CAPACITOR) đảm bảo tuổi thọ dài, tổn thất và tiếng ồn thấp trong quá trình vận hành.

- ✓ The core of the reactor consists of a magnetic plate made of top-grade iron with low-loss oriented grain with low losses/

Mạch từ của cuộn kháng được ghép bằng các lá sắt từ cao cấp với hạt định hướng đảm bảo tổn thất thấp.

- ✓ Complied with IEC60289, IEC60076-6, IEC61558-2-20/ Phù hợp với tiêu chuẩn IEC60289, IEC60076-6, IEC61558-2-20

### 4. SPECIFICATIONS/ THÔNG SỐ KỸ THUẬT

Rated voltage (Un)/ Điện áp lưới	200-210VAC/ 400VAC up to 22KV
Rated frequency/ Tần số	50Hz
Linearity/ Độ tuyến tính	(1.8 ÷ 2.2)In
Tuning order (relative impedance)/ Trở kháng tương đối	5.67, 6%, 7%, 8%, 12.7%, 13%, 14%
Tolerance on the inductance/ Sai số điện cảm	± 5%
Ambient temperature/ Nhiệt độ môi trường	40°C
Operating temperature/ Nhiệt độ vận hành	Higher 40-45°C from ambient temperature/ Cao hơn 40-45°C so với nhiệt độ môi trường
Thermal protection/ Bảo vệ quá nhiệt	Connected on terminal block 250VAC 2A/ Tiếp điểm bảo vệ quá nhiệt được kết nối qua terminal 250VAC, 2A
Overheat protection/ Bảo vệ quá nhiệt	Over/ Trên 100°C
Maximum permissible current/ Dòng điện tối đa cho phép	$I_{MP} = \sqrt{1.1I_1^2 + I_3^2 + I_5^2 + \dots + I_n^2}$
Max. harmonic distortion (in current) permitted in continuous operation/ Méo dạng hài dòng tối đa mà cuộn kháng có thể làm việc liên tục	1.3In (250Hz) – 1.15 In(350Hz)
Max. harmonic distortion (in voltage) permitted in continuous operation/	1.05Un

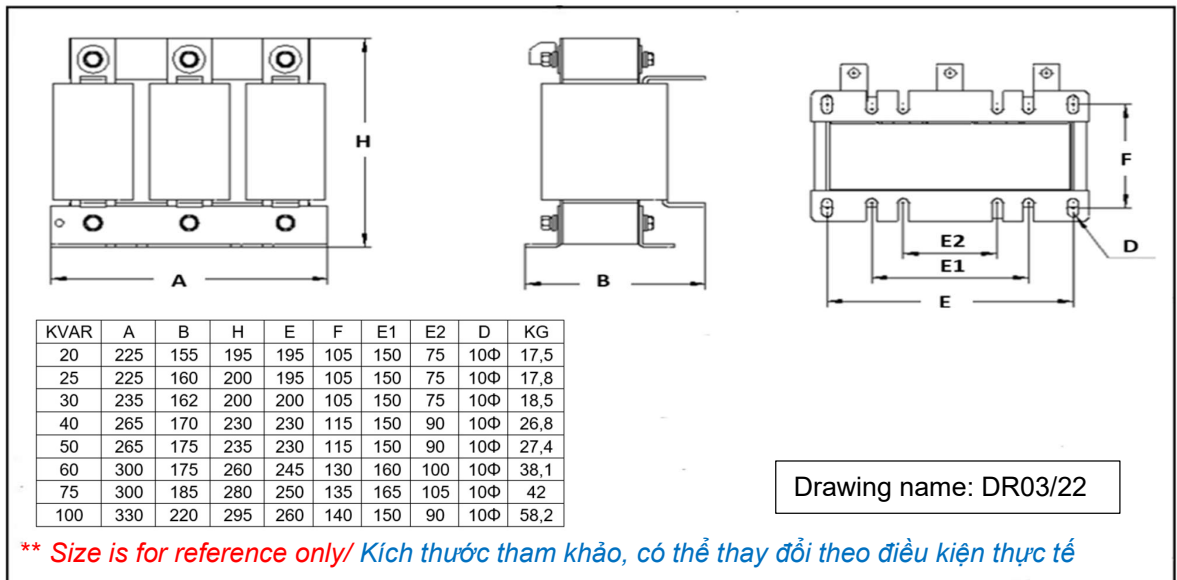
Méo dạng hài áp tối đa mà cuộn kháng có thể làm việc liên tục	
Level of insulation between core and winding/ Cách điện giữa mạch từ và dây quấn	3KV/1m. 3KV/ 1phút
Insulation level/ Mức cách điện	1.1KV
Installation/ Lắp đặt	Indoor/ Trong nhà
Cooling/ Làm mát	Natural or force air/ Tự nhiên hoặc cưỡng bức
Insulation class/Cấp cách nhiệt	H
Degree of protection/Cấp bảo vệ	IP00

U <sub>N</sub> (V)	Q <sub>C</sub> (KVAR)	U <sub>C</sub> (V)	Q <sub>LC</sub> (KVAR)	I <sub>N</sub> (A)	P	Model/ Mã		Drawing/ Bản vẽ
						Brass terminal connector/ Kết nối terminal đồng thau	Copper busbar connector/ Kết nối busbar đồng	
400	10	440	8.79	12	6%	R06-440.010AS		Drawing name: DR03/22
	15		13.19	19		R06-440.015AS		
	20		17.58	26		R06-440.020AS	R06-440.020A	
	25		21.98	32		R06-440.025AS	R06-440.025A	
	30		26.38	39		R06-440.030AS	R06-440.030A	
	40		35.17	52		R06-440.040AS	R06-440.040A	
	50		43.96	65		R06-440.050AS	R06-440.050A	
	60		52.75	78		R06-440.060AS	R06-440.060A	
	70		61.54	91		R06-440.070AS	R06-440.070A	
	75		65.94	98		R06-440.075AS	R06-440.075A	
	80		70.34	104		R06-440.080AS	R06-440.080A	
	90		19.13	118		R06-440.090AS	R06-440.090A	
	100		87.92	131		R06-440.100AS	R06-440.100A	
400	10	450	8.41	12	6%	R06-450.010AS		Drawing name: DR03/22
	15		12.61	19		R06-450.015AS		
	20		16.81	26		R06-450.020AS	R06-450.020A	
	25		21.01	32		R06-450.025AS	R06-450.025A	
	30		25.22	39		R06-450.030AS	R06-450.030A	
	40		33.62	52		R06-450.040AS	R06-450.040A	
	50		42.03	65		R06-450.050AS	R06-450.050A	
	60		50.43	78		R06-450.060AS	R06-450.060A	
	70		58.84	91		R06-450.070AS	R06-450.070A	
	75		63.04	98		R06-450.075AS	R06-450.075A	
	80		67.24	104		R06-450.080AS	R06-450.080A	
	90		75.65	118		R06-450.090AS	R06-450.090A	
	100		84.06	131		R06-450.100AS	R06-450.100A	
400	10	440	8.89	13	7%	R07-440.010AS		Drawing name: DR03/22
	15		13.33	19		R07-440.015AS		
	20		17.77	26		R07-440.020AS	R07-440.020A	
	25		22.22	32		R07-440.025AS	R07-440.025A	
	30		26.66	39		R07-440.030AS	R07-440.030A	
	40		35.55	52		R07-440.040AS	R07-440.040A	
	50		44.43	65		R07-440.050AS	R07-440.050A	
	60		53.32	78		R07-440.060AS	R07-440.060A	
	70		62.21	91		R07-440.070AS	R07-440.070A	
	75		66.65	98		R07-440.075AS	R07-440.075A	
	80		71.09	104		R07-440.080AS	R07-440.080A	
	90		79.98	118		R07-440.090AS	R07-440.090A	
	100		88.87	131		R07-440.100AS	R07-440.100A	
	10		8.50	13		R07-450.010AS		
	15		12.74	19		R07-450.015AS		
	20		16.99	26		R07-450.020AS	R07-450.020A	
	25		21.24	32		R07-450.025AS	R07-450.025A	

400	30	450	25.49	39	7%	R07-450.030AS	R07-450.030A	Drawing name: DR03/22
	40		33.98	52		R07-450.040AS	R07-450.040A	
	50		42.28	65		R07-450.050AS	R07-450.050A	
	60		50.98	78		R07-450.060AS	R07-450.060A	
	70		59.47	91		R07-450.070AS	R07-450.070A	
	75		63.72	98		R07-450.075AS	R07-450.075A	
	80		67.97	104		R07-450.080AS	R07-450.080A	
	90		76.46	118		R07-450.090AS	R07-450.090A	
	100		84.96	131		R07-450.100AS	R07-450.100A	
	400		10	525		6.67	10	
15		10.01	15		R13-525.015AS			
20		13.34	20		R13-525.020AS	R13-525.020A		
25		16.68	24		R13-525.025AS	R13-525.025A		
30		20.02	29		R13-525.030AS	R13-525.030A		
40		26.69	39		R13-525.040AS	R13-525.040A		
50		33.36	49		R13-525.050AS	R13-525.050A		
60		40.03	58		R13-525.060AS	R13-525.060A		
70		46.71	68		R13-525.070AS	R13-525.070A		
75		50.04	73		R13-525.075AS	R13-525.075A		
80		53.38	78		R13-525.080AS	R13-525.080A		
90		60.05	87		R13-525.090AS	R13-525.090A		
100		66.72	97		R13-525.100AS	R13-525.100A		
400	10	525	6.75	10	14%	R14-525.010AS		
	15		10.12	15		R14-525.015AS		
	20		13.50	20		R14-525.020AS	R14-525.020A	
	25		16.87	25		R14-525.025AS	R14-525.025A	
	30		20.25	29		R14-525.030AS	R14-525.030A	
	40		27.00	39		R14-525.040AS	R14-525.040A	
	50		33.75	49		R14-525.050AS	R14-525.050A	
	60		40.50	58		R14-525.060AS	R14-525.060A	
	70		47.25	68		R14-525.070AS	R14-525.070A	
	75		50.62	73		R14-525.075AS	R14-525.075A	
	80		54.00	78		R14-525.080AS	R14-525.080A	
	90		60.75	87		R14-525.090AS	R14-525.090A	
	100		67.50	97		R14-525.100AS	R14-525.100A	

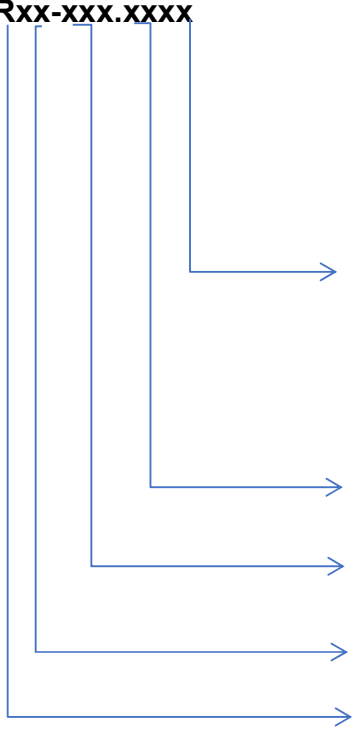
\* Other technical specifications (5.67%, 8%, 9%, 12.7%,...) can be made on request/ Có thể sản xuất theo thông số khách hàng yêu cầu (5.67%, 8%, 12.7%,...)

## 5. DIMENSION/ KÍCH THƯỚC



**Order code/ Mã đặt hàng**

**Rxx-xxx.xxxx**



Wire winding material and connection type/ **Vật liệu dây quấn và kiểu đấu dây:**

- AS: Aluminum wire- Brass Terminal connector/  
Dây quấn nhôm – Đầu nối bằng terminal đồng thau
- A: Aluminum foil-Copper busbar connector /  
Nhôm nguyên chất dạng tấm- Đầu nối bằng busbar đồng
- AB: Aluminum wire- Bi metal plug type/  
Dây quấn nhôm- Đầu nối bằng cos đồng-nhôm
- C: Copper wire-Copper busbar connector /  
Dây quấn đồng- Đầu nối bằng busbar đồng
- CC: Copper wire- Cosse conector/  
Dây quấn đồng – Đầu nối bằng đầu cose đồng

Power of capacitor (KVAR)/  
Công suất định mức của tụ bù (KVAR)

Rated voltage of capacitor (V)/ Điện áp định mức của tụ bù (V)

Detuning factor/ Hệ số detuning  
5.67, 06, 07, 08, 12.7, 13, 14%

R: Reactor/ Cuộn kháng