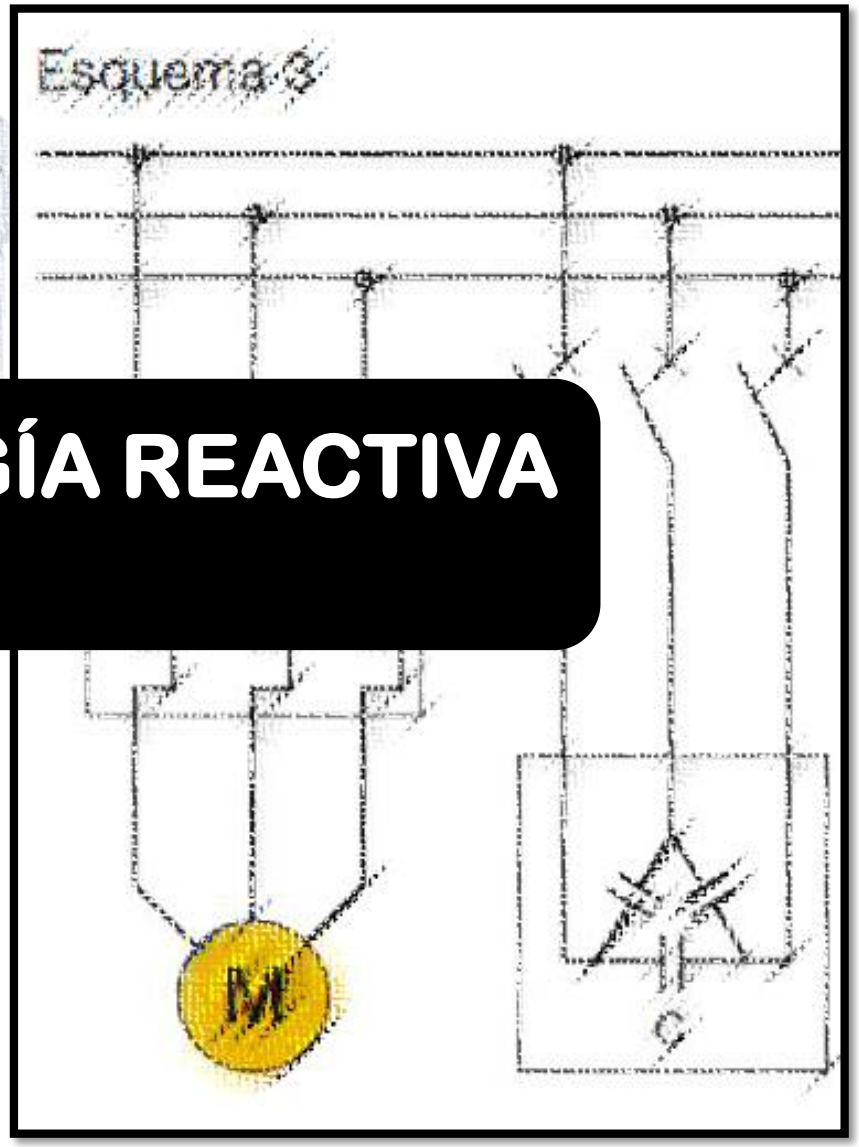
ROKER®

MATERIALES ELÉCTRICOS

David Palavecino – septiembre de 2021

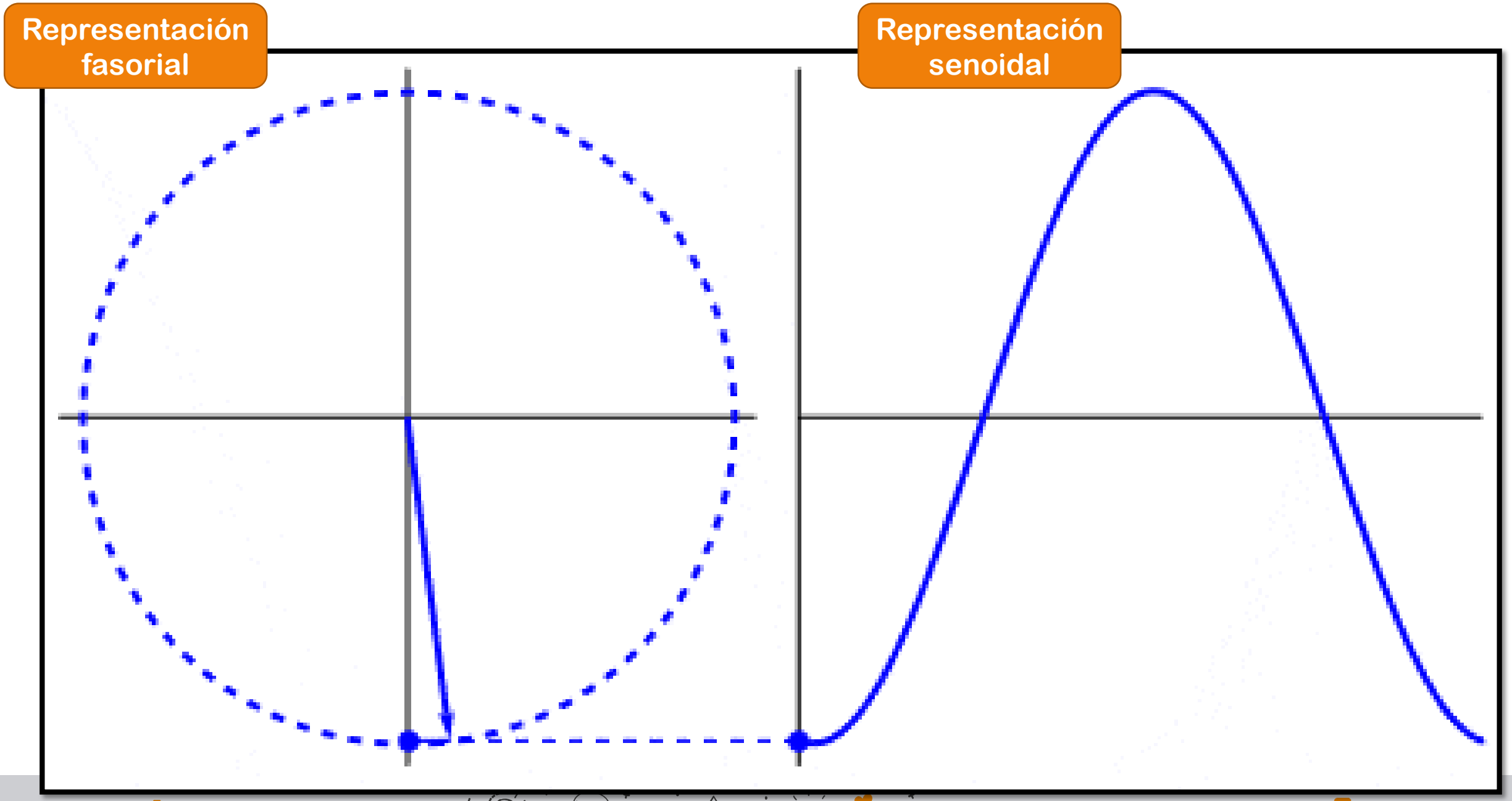
COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA

PARTE IV



webinars

ROKER®



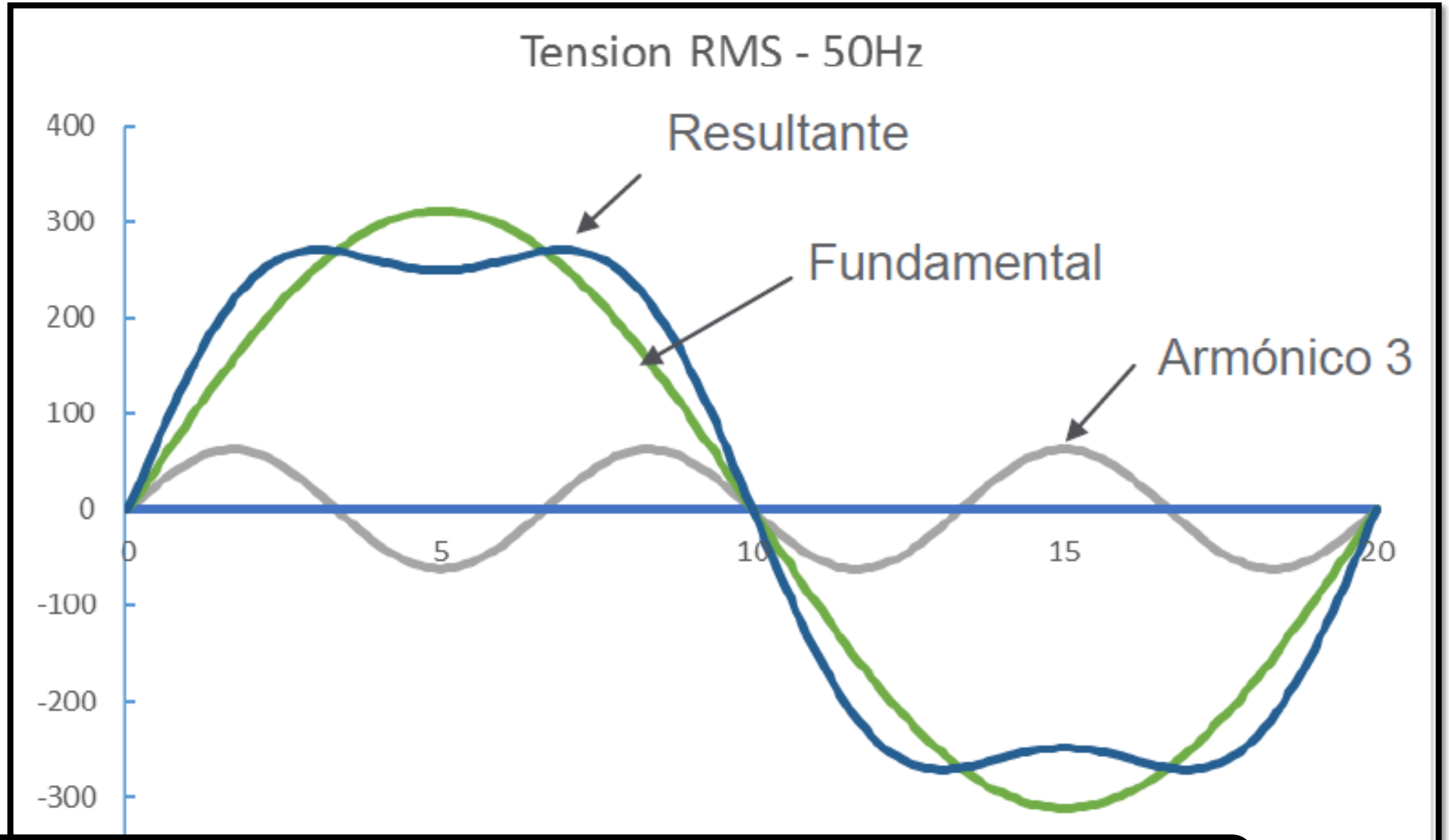
webinars
ROKER®

¿Qué son los armónicos?

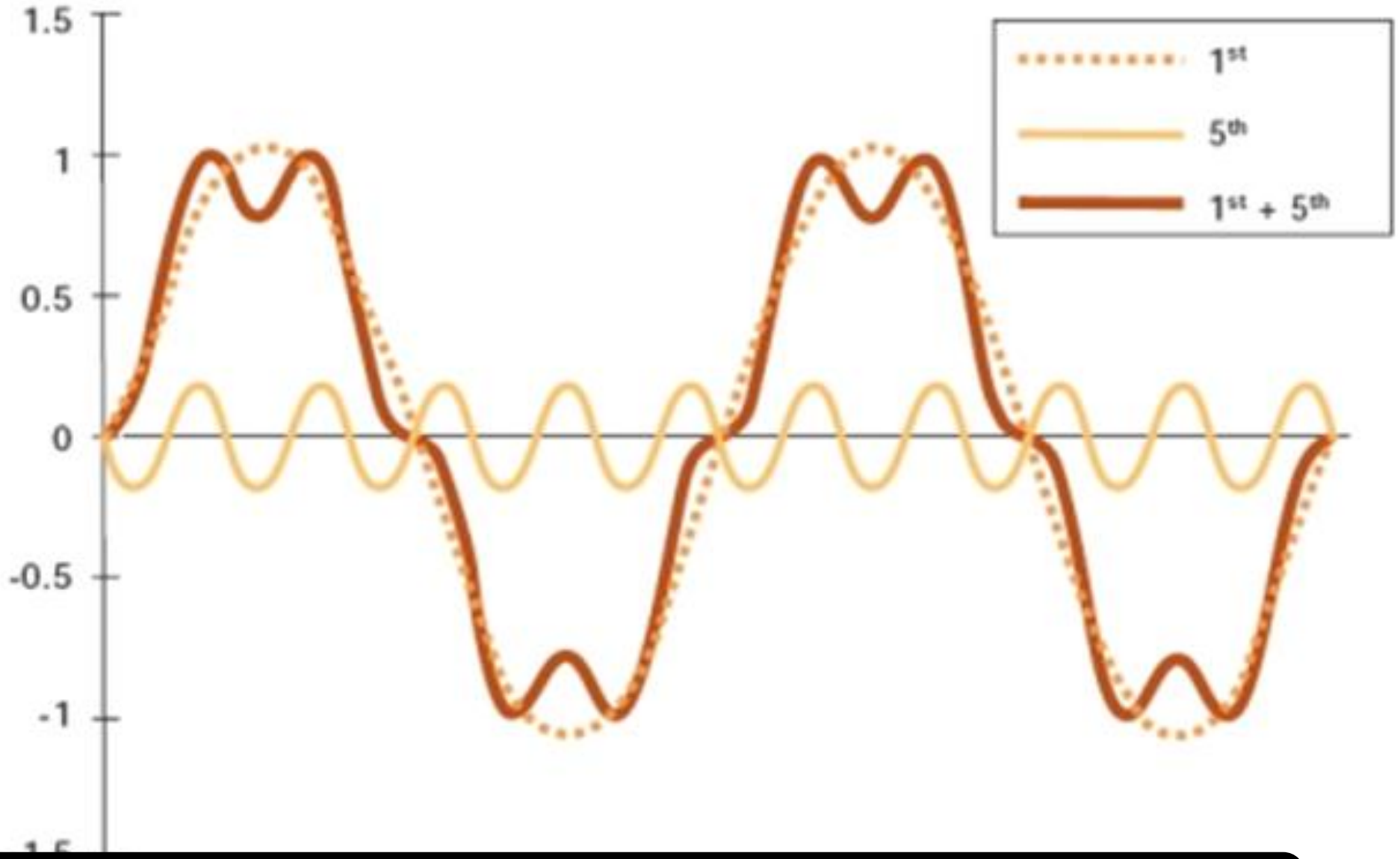
Son señales senoidales que poseen una frecuencia que es múltiplo entero de la señal fundamental (en el caso de Argentina la fundamental es 50hz.Por lo tanto los armónicos tienen una frecuencia n veces 50, siendo n un n° natural)

Los armónicos se suman a la fundamental, y como resultado la onda total no es una senoidal pura sino deformada.

Con “señal” nos estamos refiriendo tanto a tensión como a intensidad. Es decir, existen armónicos tanto de voltaje como de corriente.



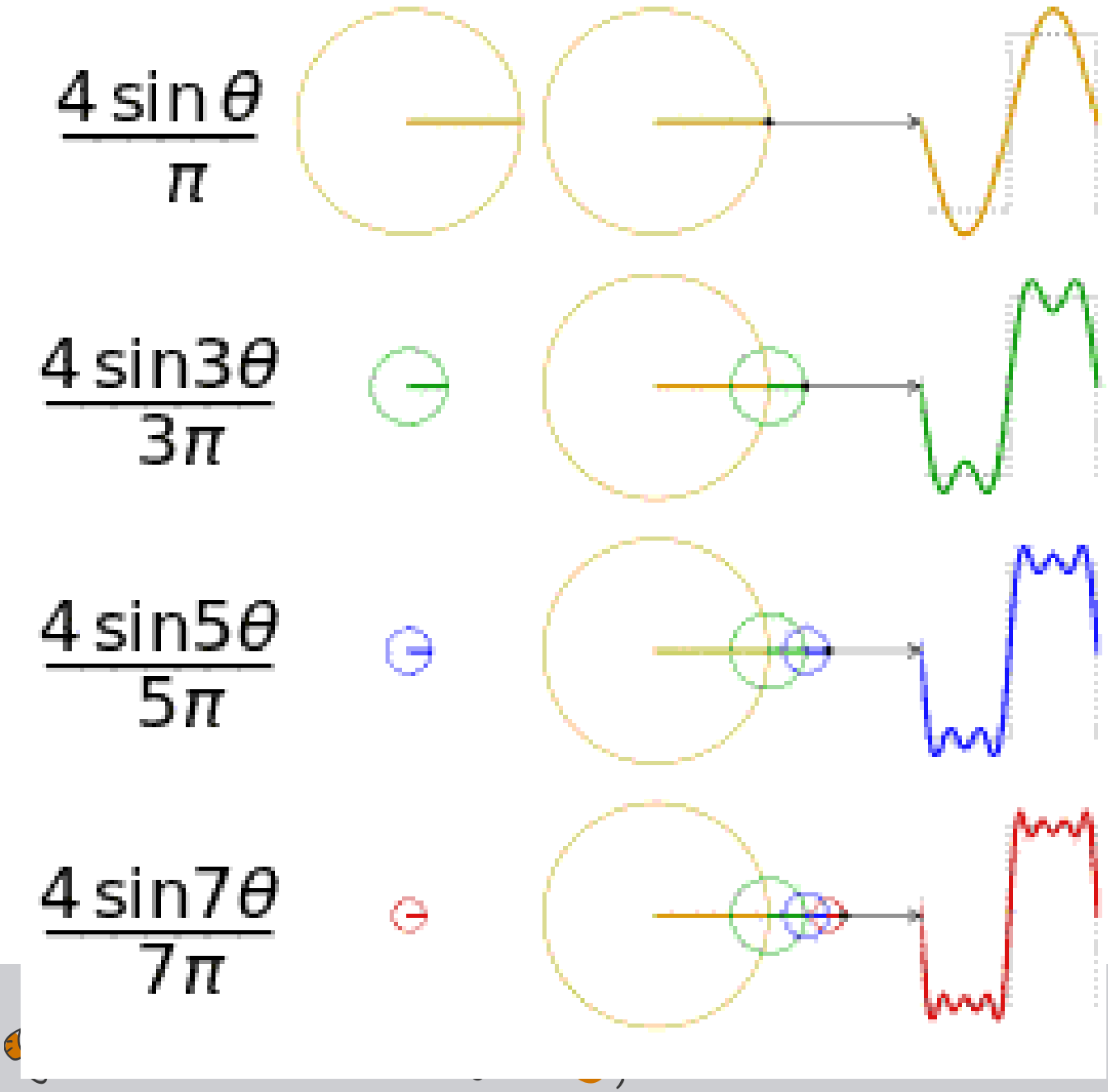
En este ejemplo la señal de tensión resultante es la suma de la fundamental (50hz) y la 3er armónica (150Hz).



En este ejemplo la señal de corriente resultante es la suma de la fundamental (50hz) y la 5ta armónica (250Hz).

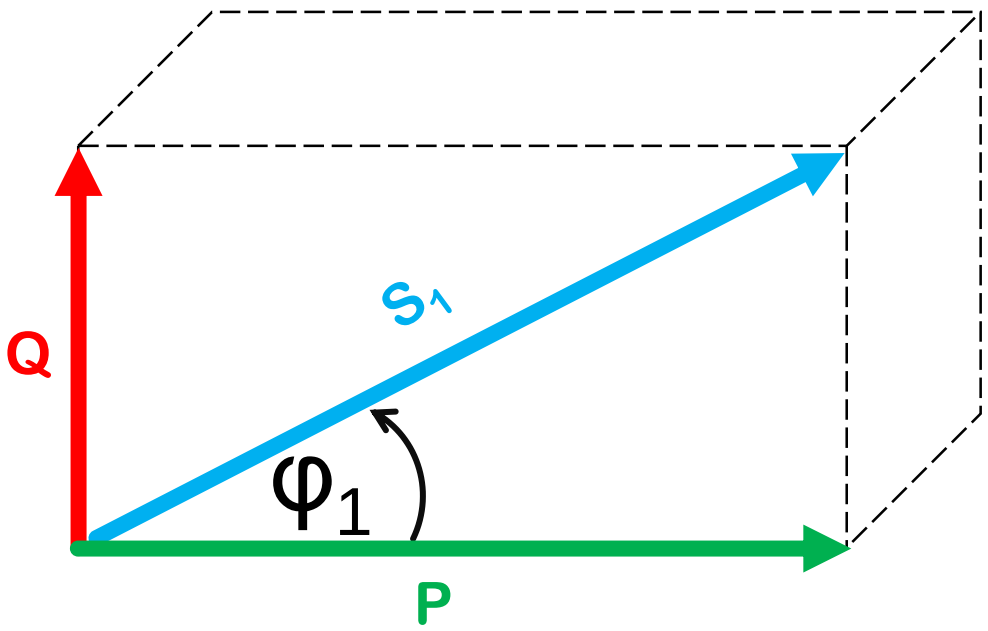
ROKER®

Representación de la fundamental y de cómo se va deformando a medida que se suman la 3ra, 5ta y 7ma armónica.



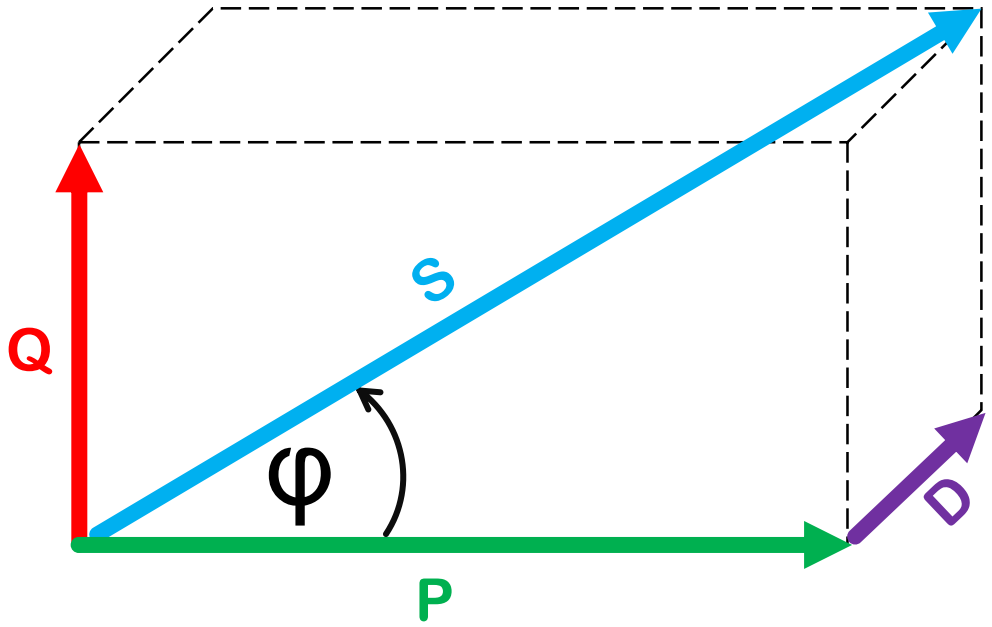
Sin Armónicos

$$\mathrm{FP} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} = \mathrm{Cos}\ \varphi_1$$



Con Armónicos

$$FP = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2 + D^2}} \neq \mathrm{Cos}\ \varphi$$



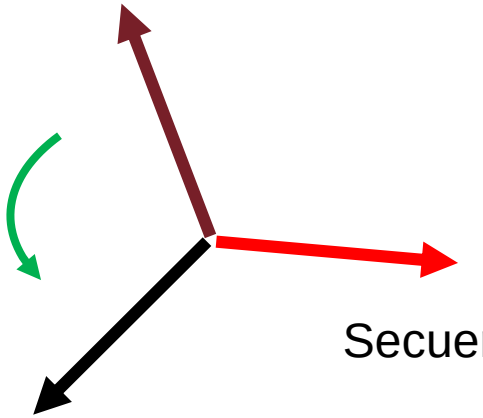
webinars
ROKER®

El orden del armónico es el número de veces que la frecuencia de ese armónico es mayor que la de la componente fundamental. Los armónicos impares son los que se encuentran en las instalaciones eléctricas en general. Los armónicos de orden par sólo existen cuando en la señal hay una componente de continua.

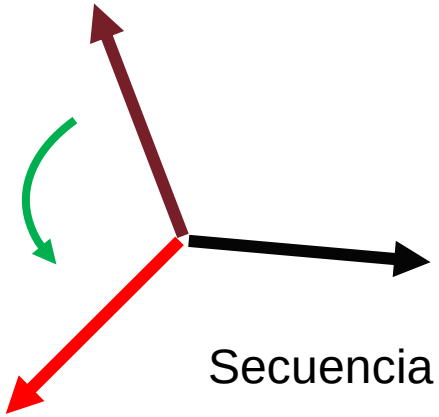
La secuencia del armónico puede ser positiva (o directa), negativa (o inversa) o neutra (llamada también homopolar).

Orden del armónico	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Secuencia	+	-	0	+	-	0	+	-	0

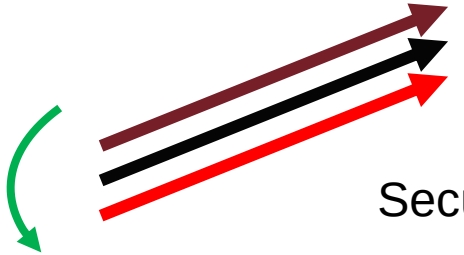
Secuencia Directa	Secuencia Inversa	Homopolares
Fundamental	2º Armónica	3º Armónica
4º Armónica	5º Armónica	6º Armónica
7º Armónica	8º Armónica	9º Armónica
10º Armónica	11º Armónica	12º Armónica
3n+1	3n+2	3n+3



Secuencia directa



Secuencia Inversa



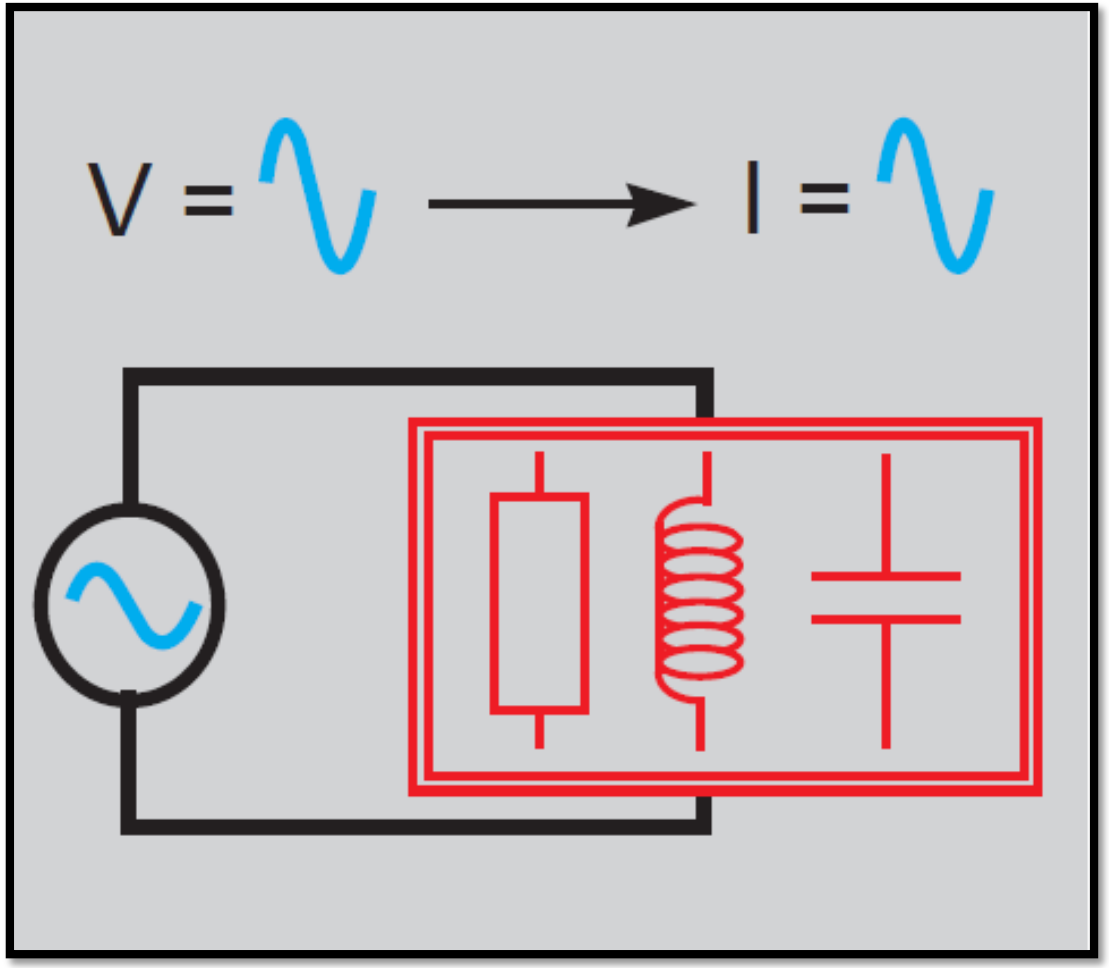
Secuencia Homopolar

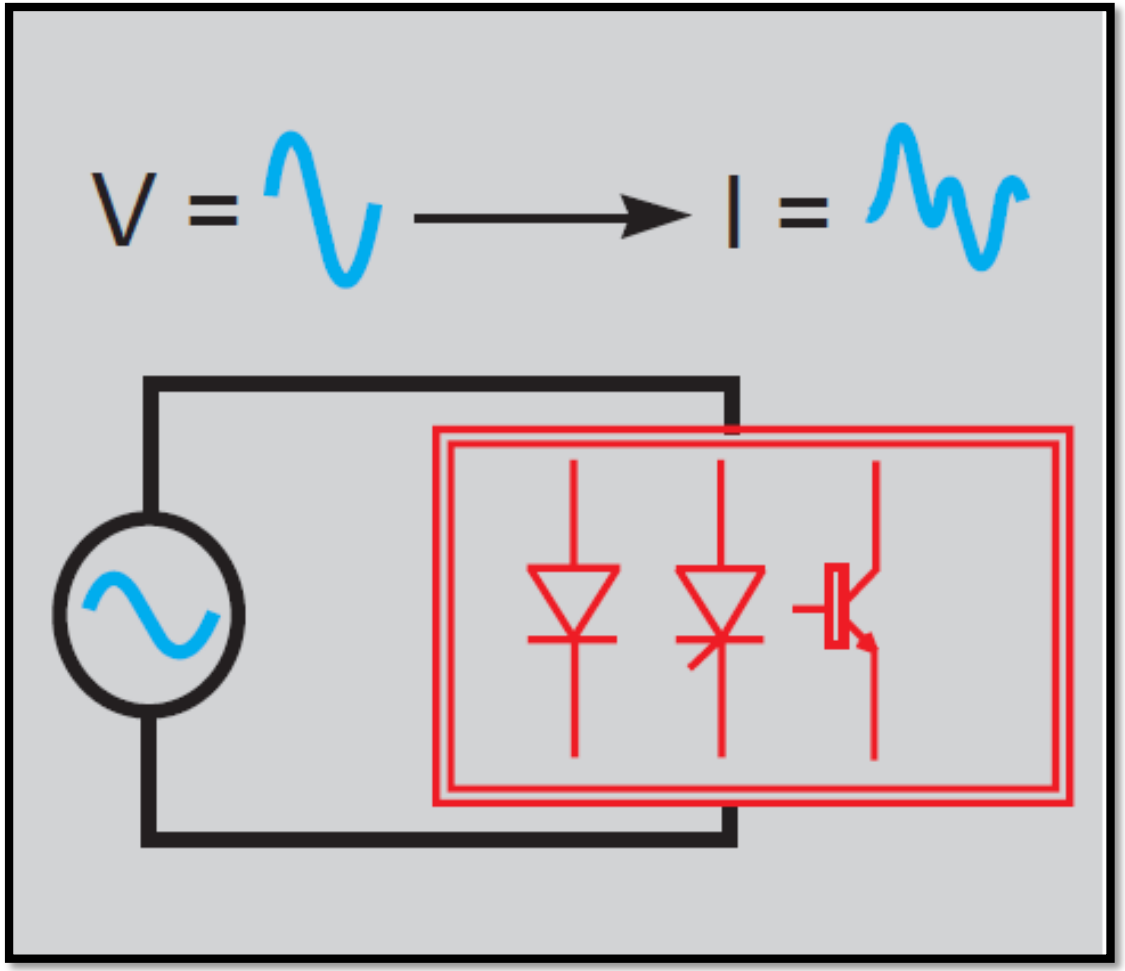
webinars

ROKER®

¿Quién produce los armónicos?

Es más fácil decir quien NO produce armónicos. Los únicos elementos que no producen armónicos son las bobinas, resistencias y capacitores. Todos los demás elementos (diodos, transistores, tiristores, triacs, etc.) generan armónicos.


V =
I =


V =
I =

¿Cómo afectan a los motores y a los transformadores?

webinars

ROKER®

Transformadores:

Calentamiento de los bobinados por efecto pelicular o skin : En frecuencias altas los electrones tienden a circular por la zona más externa del conductor, en forma de corona, en vez de hacerlo por toda su sección, con lo que, de hecho, disminuye la sección efectiva por la que circulan estos electrones aumentando la resistencia del conductor. Este efecto es apreciable en conductores de grandes secciones, especialmente si son macizos. Aumenta con la frecuencia, en aquellos conductores que están arrollados en un núcleo ferromagnético.

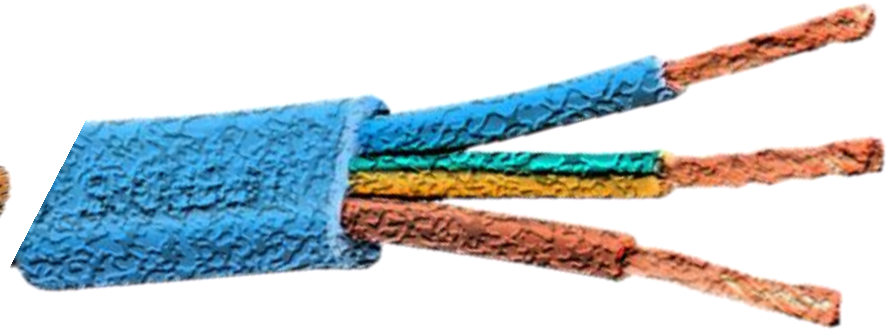
Calentamiento del núcleo de hierro: Existen dos tipos de pérdidas por calentamiento en el núcleo ferromagnético de los transformadores. Ambos dependen de la frecuencia, por lo que el problema se agrava si hay armónicos.
*Pérdidas por histéresis, que son proporcionales a la frecuencia.
*Pérdidas por corrientes de Foucault(también llamadas turbillonarias o eddy) , que son proporcionales al cuadrado de la frecuencia.

Motores:

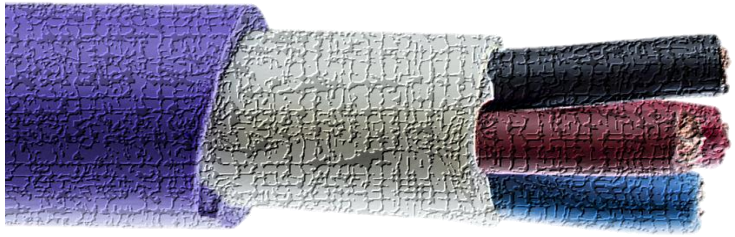
Los armónicos de secuencia positiva o directa tienden a hacer girar al motor en el mismo sentido que la componente fundamental. Como consecuencia producen una sobrecorriente en el motor, el cuál se calienta. Esto reduce su vida útil, aumenta el consumo y pone en riesgo el bobinado.

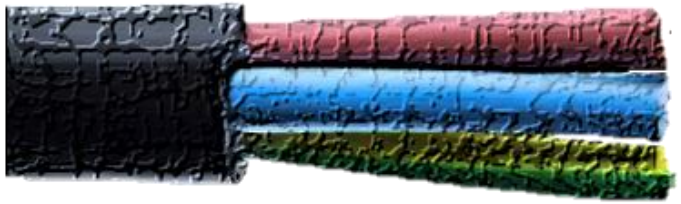
Los armónicos de secuencia negativa o inversa tienden a hacer girar al motor en el sentido contrario que la componente fundamental. Por lo tanto frenan al motor y producen calentamientos, con las consecuencias antes mencionadas.

Los armónicos de secuencia cero u homopolar no tienen efecto en el giro del motor.



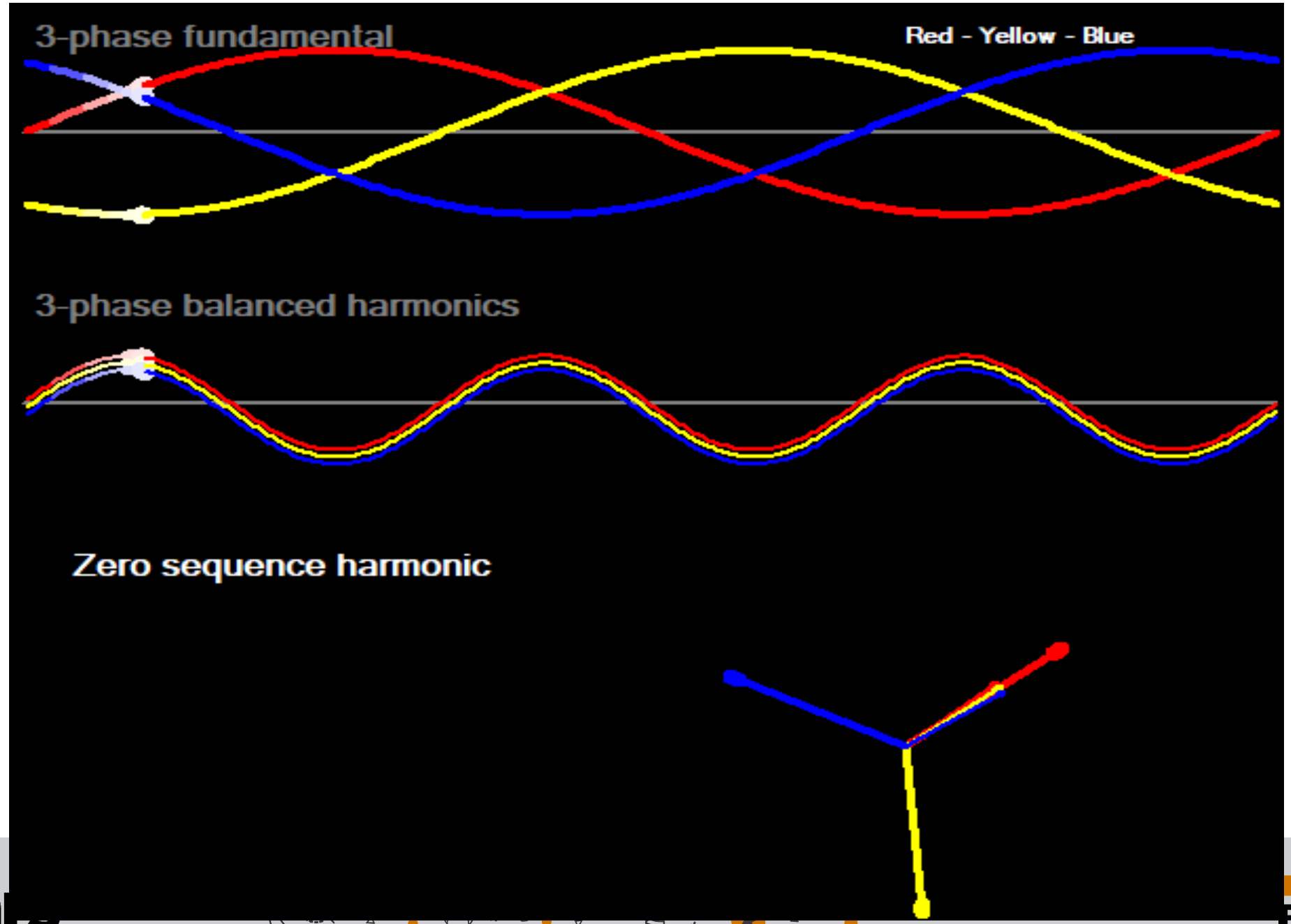
¿Cómo afectan a los cables y conductores?





En un sistema trifásico con neutro, los armónicos de secuencia cero u homopolar de las tres líneas se suman en el neutro. Esto produce que la corriente en el neutro pueda ser igual e incluso mayor que en las fases (por más que las cargas estén equilibradas).

El armónico de secuencia homopolar con mayor efecto es el de orden tres, los restantes armónicos homopolares tienen una magnitud pequeña en comparación.



webinars
ROKER®

La AEA proporciona una tabla que nos indica cómo debemos sobredimensionar los conductores según el contenido de 3er armónico.

AEA

Tabla 771.16.XIII - Factor de corrección (por reducción de la intensidad de corriente admisible) en los conductores de línea y neutro

Contenido de tercera armónica en la corriente de línea (%)	Factor de reducción	
	Selección basada en la corriente de línea	Selección basada en la corriente de neutro
(%) ≤15	1,00	-
15 < (%) ≤ 33	0,86	-
33 < (%) ≤ 45	-	0,86
(%) > 45	-	1,00

Aclaración: el hecho de que la selección pueda basarse en la corriente de línea o en la de neutro no debe confundirnos. Una vez hechos los cálculos de corriente ,elegimos la sección correspondiente <u>y la sección de los conductores de línea y del conductor de neutro serán iguales.</u>

De no contarse con datos aportados por los fabricantes de los equipos podrán utilizarse a título de orientación los valores de la Tabla 771-H.XIII siguiente:

Tabla 771-H.XIII – Datos orientativos de contenido armónico en equipos eléctricos

Aparato conectado	% de 3ª armónica	% de 5ª armónica	% de 7ª armónica	% de 9ª armónica
Balasto pasivo	20	---	---	---
Balasto activo	50	11	---	8
Variador de velocidad (monofásico)	20	40	15	---
Variador de velocidad (trifásico)	---	40	15	---
Equipo informático	85	65	40	20
UPS	5	---	---	---

AEA

¿Cómo afectan a los capacitores?

Webinars

ROKER®

Los capacitores no generan armónicos, pero los amplifican.

Los bancos de corrección de FP se transforman en un “embudo” para los armónicos, lo que puede producir explosiones en los capacitores.

Si hay armónicos, los capacitores no pueden compensar el FP completamente.

¡Muchas Gracias!

David Exequiel Palavecino

https://davidpalavecinocapacitaciones.tiendup.com