

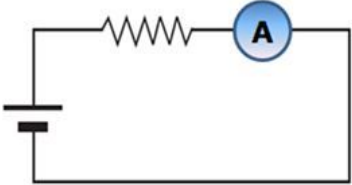
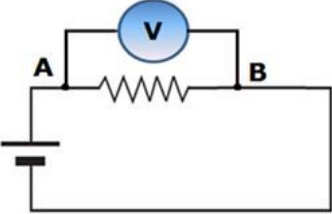

Multímetros

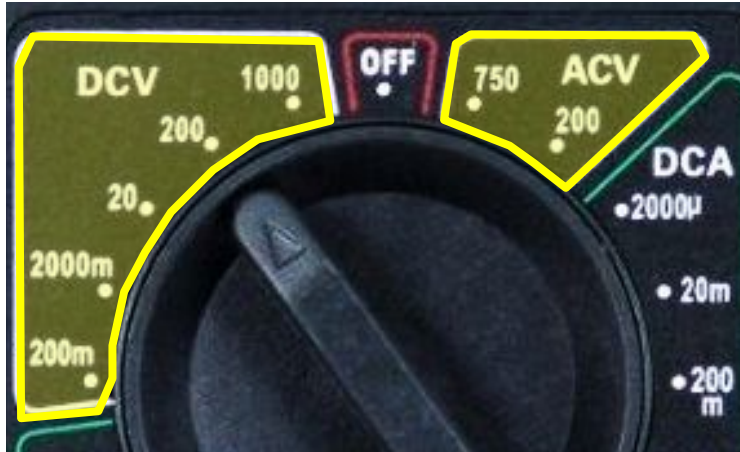
— 14 de Octubre del 2021 —

Repaso

Amperímetro	Voltímetro
Permite medir la intensidad de corriente que circula en un conductor	Permite medir la diferencia de potencial (tensión) entre dos puntos de un circuito
	
	

Repaso

En el módulo 1, vimos que tenía dos modos:
DC [V] / AC [V]



Repaso

En el módulo 1, vimos que tenía dos modos:
DC [V] / AC [V]



Pero la clase pasada vimos varias tensiones más!!!
Entonces cuáles mide? y cómo?



Repaso

$$V_{DC} = \frac{1}{T} \int_0^T v(t) dt$$

Valor medio de tensión

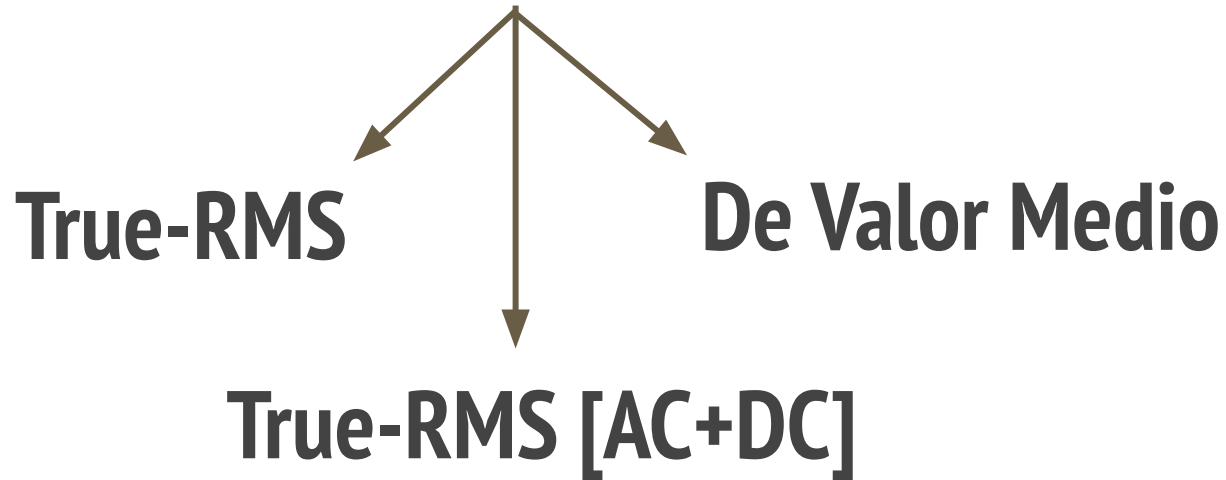
$$V_{AC} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (v(t) - V_{DC})^2 dt}$$

Tensión eficaz de alterna

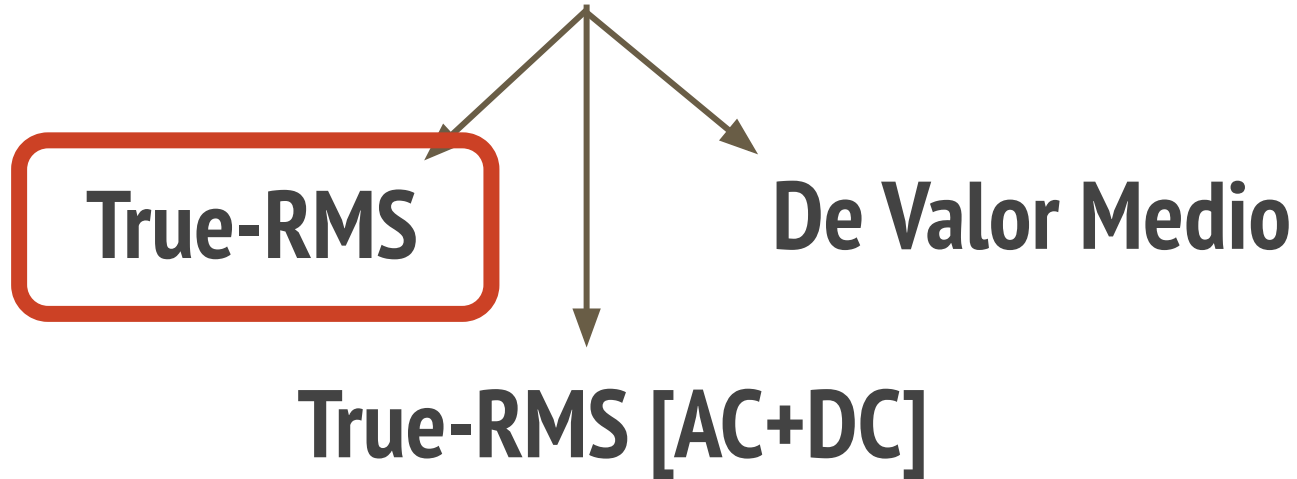
$$V_{ef} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v^2(t) dt} = \sqrt{V_{DC}^2 + V_{AC}^2}$$

Tensión eficaz total

Vamos a ver tres tipos de multímetros



Vamos a ver tres tipos de multímetros



Multímetro
TRUE RMS

Multímetro: TRUE RMS



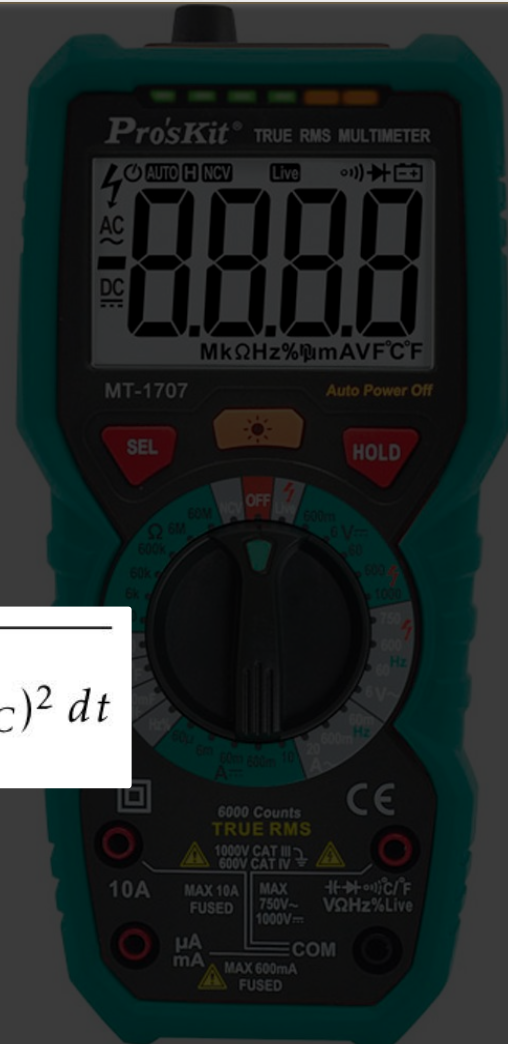
Multímetro: TRUE RMS

Es un tipo de multímetro que permite medir:



$$V_{DC} = \frac{1}{T} \int_0^T v(t) dt$$

$$V_{AC} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (v(t) - V_{DC})^2 dt}$$



Multímetro: TRUE RMS

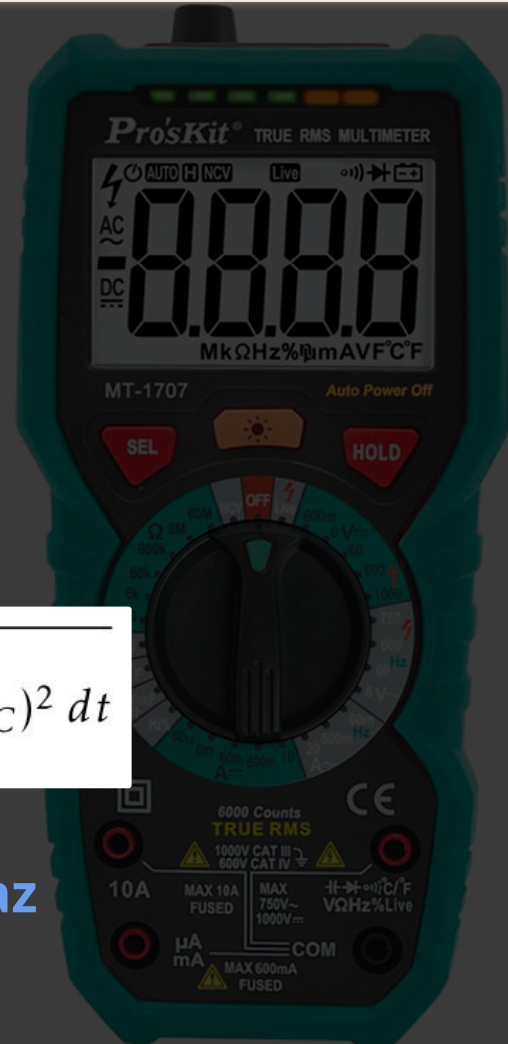
Es un tipo de multímetro que permite medir:



$$V_{DC} = \frac{1}{T} \int_0^T v(t) dt$$

$$V_{AC} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (v(t) - V_{DC})^2 dt}$$

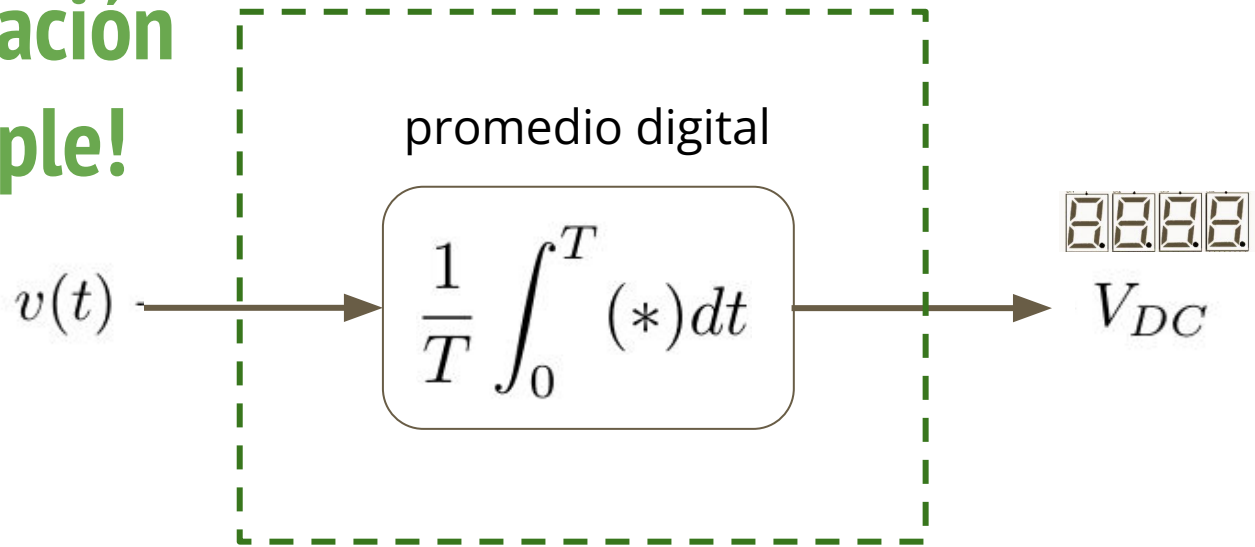
Verdadero Valor Eficaz
¿Por qué Verdadero?



TRUE RMS (modo DC)

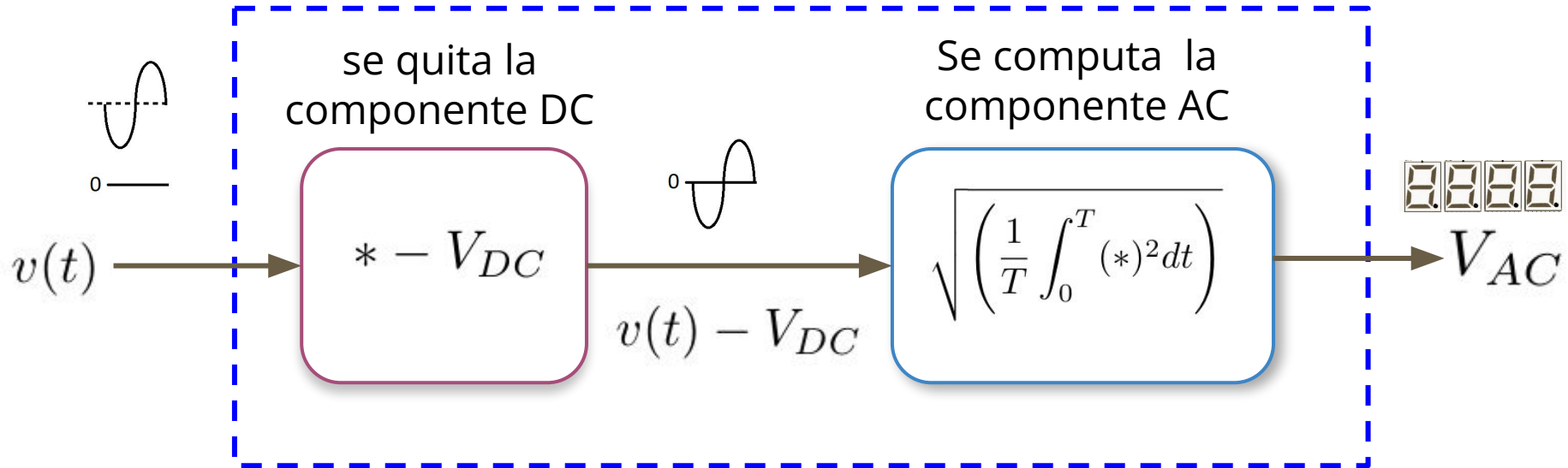
$$V_{DC} = \frac{1}{T} \int_0^T v(t) dt$$

Operación
simple!



TRUE RMS (modo AC)

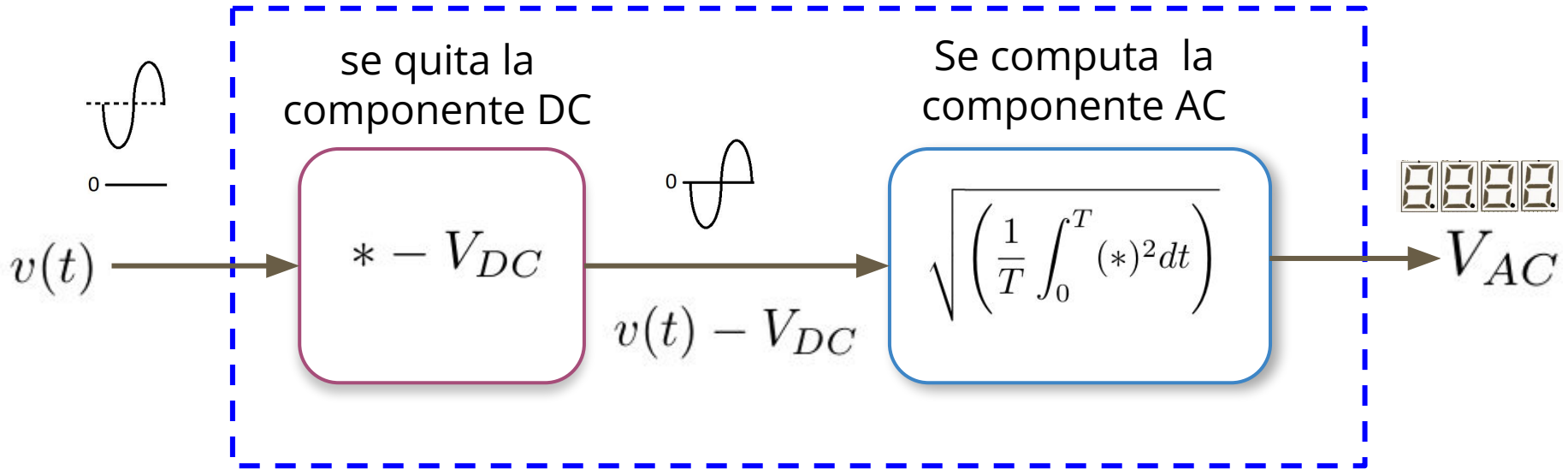
$$V_{AC} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (v(t) - V_{DC})^2 dt}$$



Operación complicada!

TRUE RMS (modo AC)

$$V_{AC} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (v(t) - V_{DC})^2 dt}$$



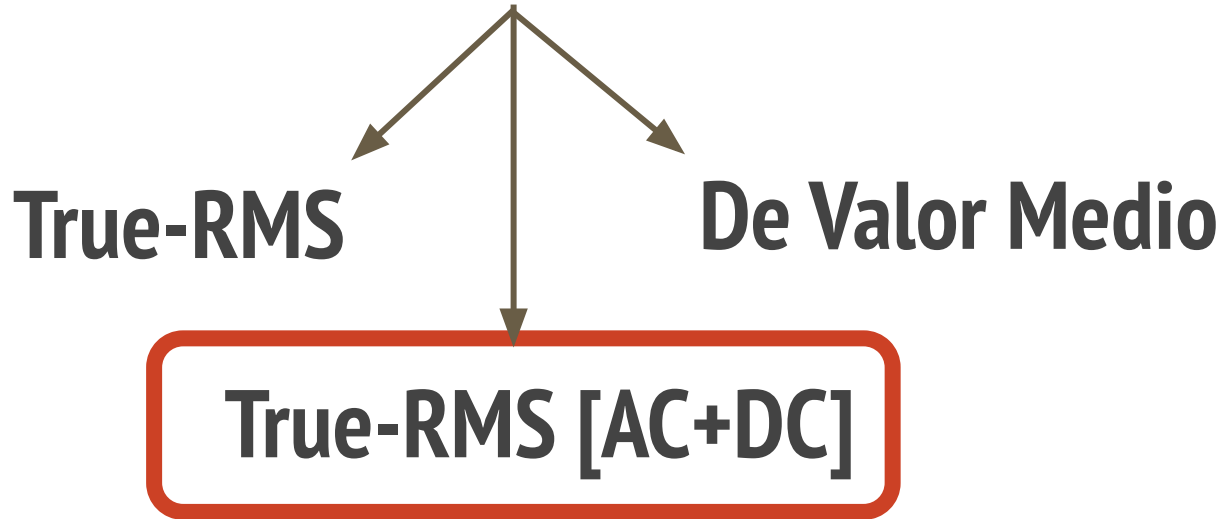
Operación complicada!



Entonces...



Vamos a ver tres tipos de multímetros



Multímetro
TRUE RMS - AC+DC

TRUE RMS AC+DC

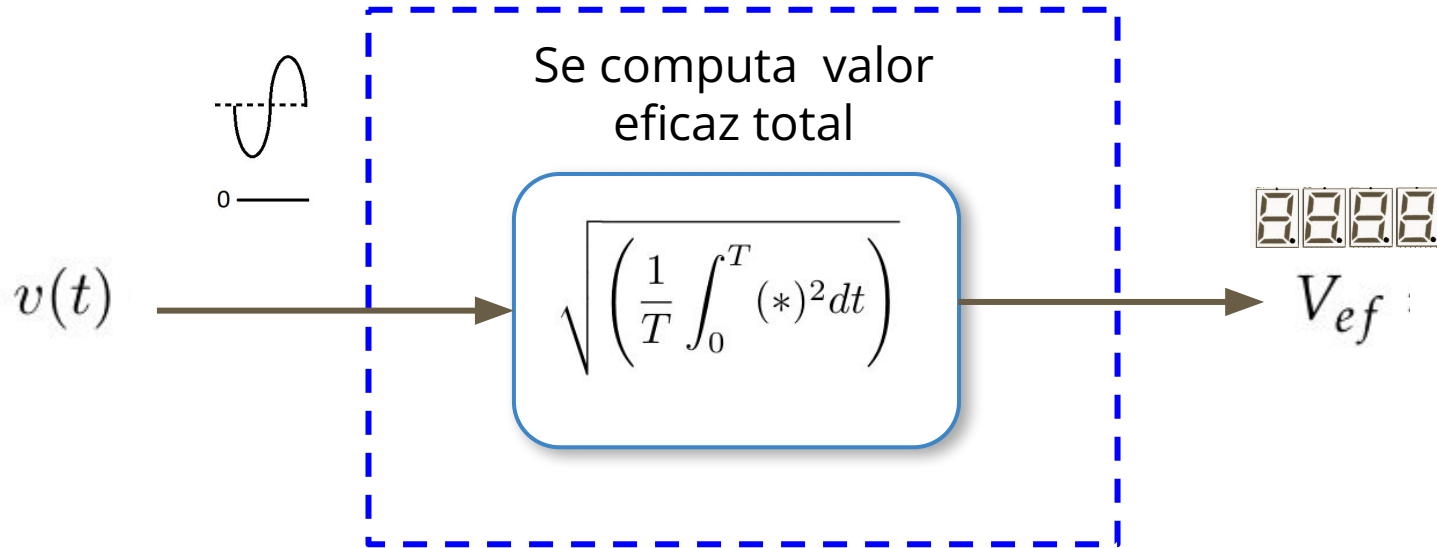
¿Qué diferencia tiene con un True-RMS convencional?

EL true-RMS [AC+DC] puede calcular directamente el valor eficaz total (V_{ef})



TRUE RMS AC+DC (modo AC+DC)

$$V_{ef} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v^2(t) dt}$$



Operación complicada!

TRUE RMS AC+DC (modo AC+DC)

Es un tipo de multímetro que puede medir **directamente** el Valor eficaz total:

$$V_{ef} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v^2(t) dt} = \sqrt{V_{DC}^2 + V_{AC}^2}$$



TRUE RMS AC+DC (modo AC+DC)

Es un tipo de multímetro que puede medir **directamente** el Valor eficaz total:

$$V_{ef} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v^2(t) dt} = \sqrt{V_{DC}^2 + V_{AC}^2}$$



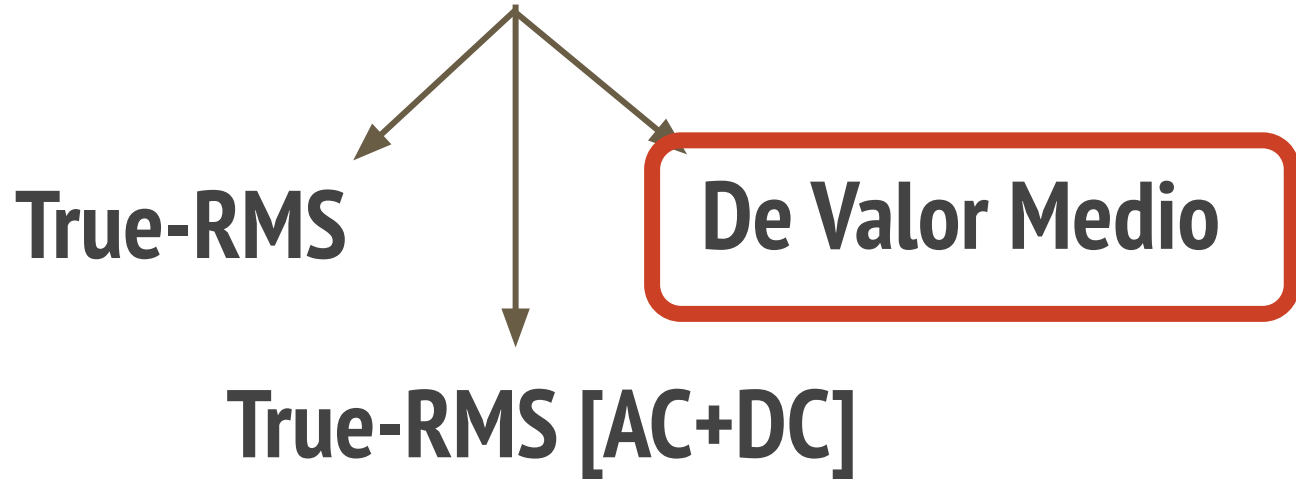
TRUE RMS AC+DC (modo AC+DC)

Es un tipo de multímetro que puede medir **directamente** el Valor eficaz total:

$$V_{ef} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v^2(t) dt} = \sqrt{V_{DC}^2 + V_{AC}^2}$$



Vamos a ver tres tipos de multímetros



Multímetro
“DE VALOR MEDIO”

Multímetro: “De valor medio”

Es un tipo de multímetro que
“sólo sabe” calcular valor medio

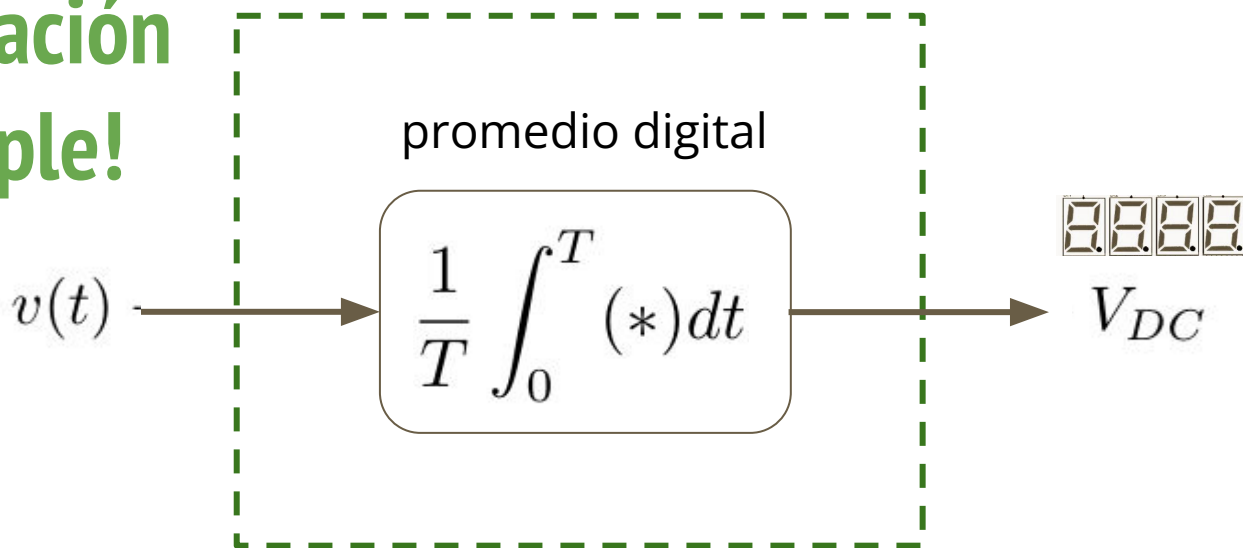
Los multímetros de **valor medio** son el tipo más común en la vida cotidiana (i.e., outside FIUBA).



“Mult. de Valor Medio” (modo DC)

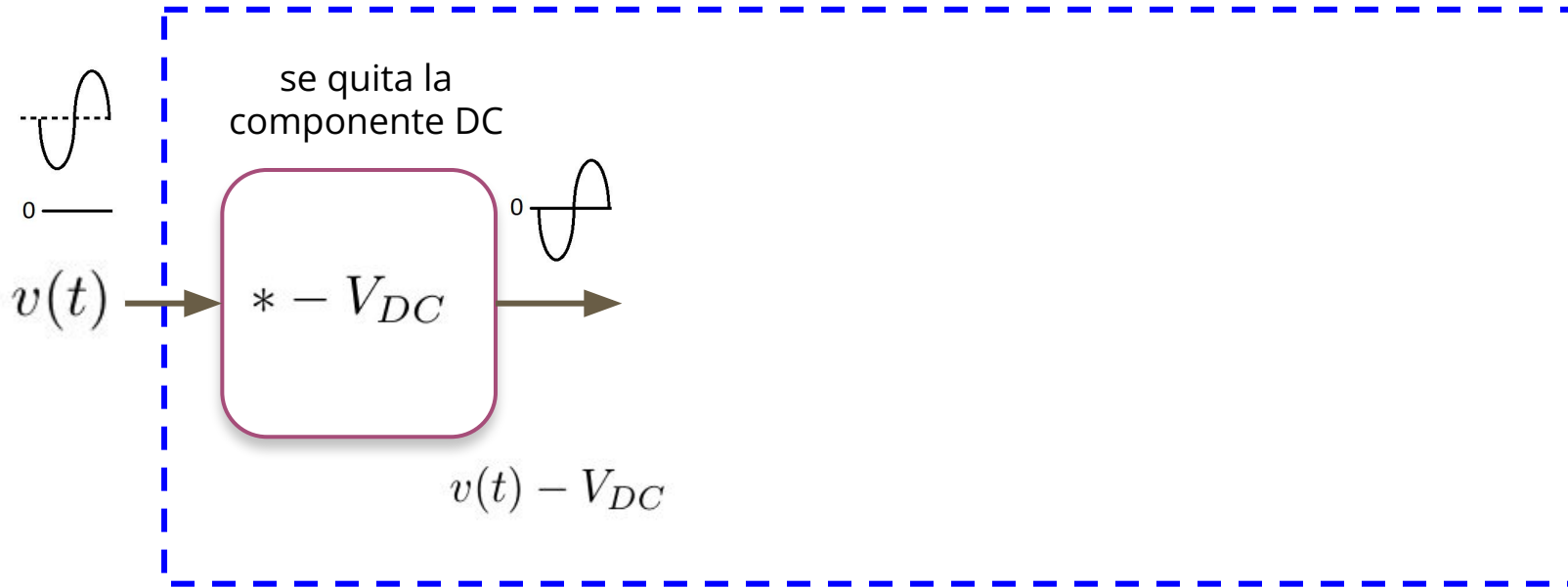
$$V_{DC} = \frac{1}{T} \int_0^T v(t) dt$$

Operación
simple!



“Mult. de Valor Medio” (modo AC)

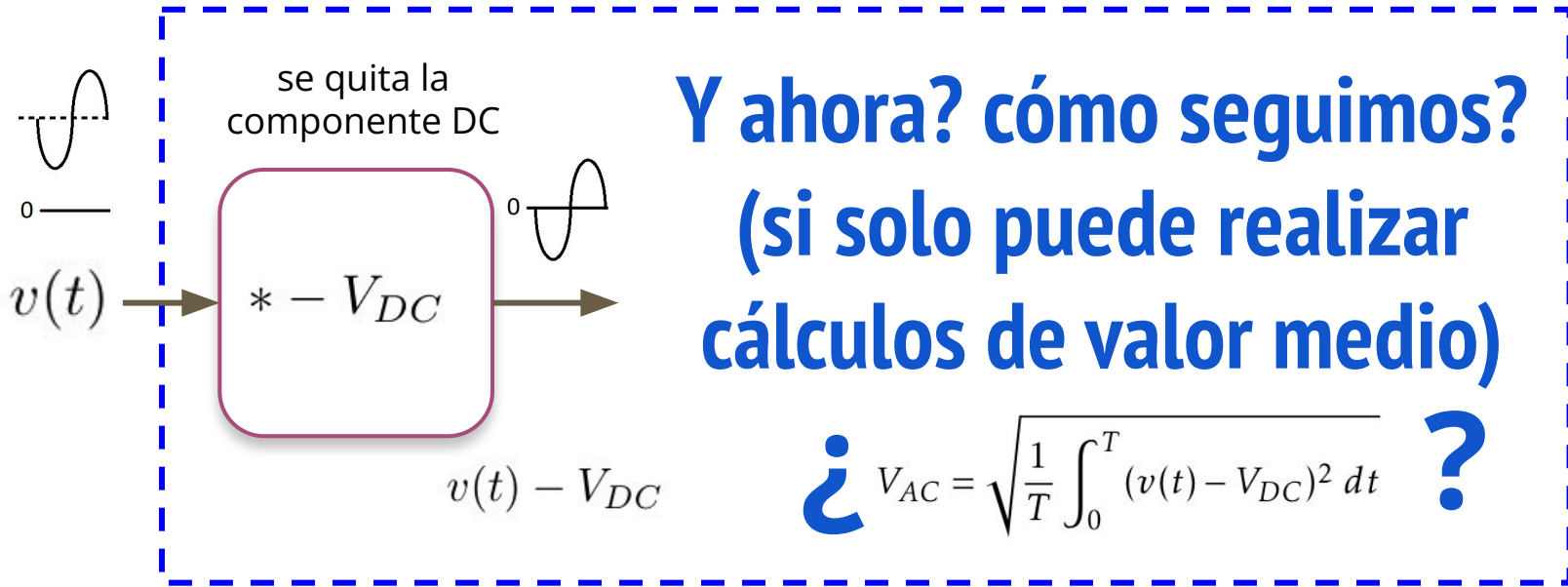
$$V_{AC} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (v(t) - V_{DC})^2 dt}$$



Primero restamos la continua VDC...

“Mult. de Valor Medio” (modo AC)

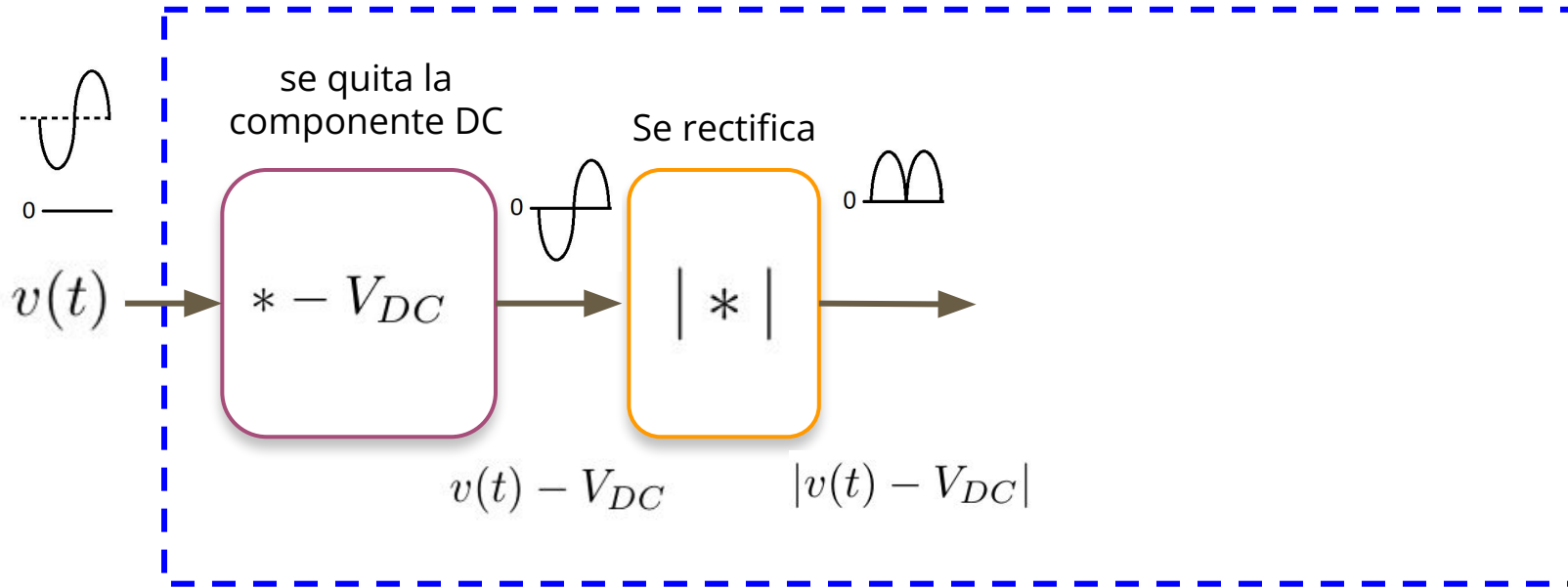
$$V_{AC} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (v(t) - V_{DC})^2 dt}$$



Primero restamos la continua VDC...

“Mult. de Valor Medio” (modo AC)

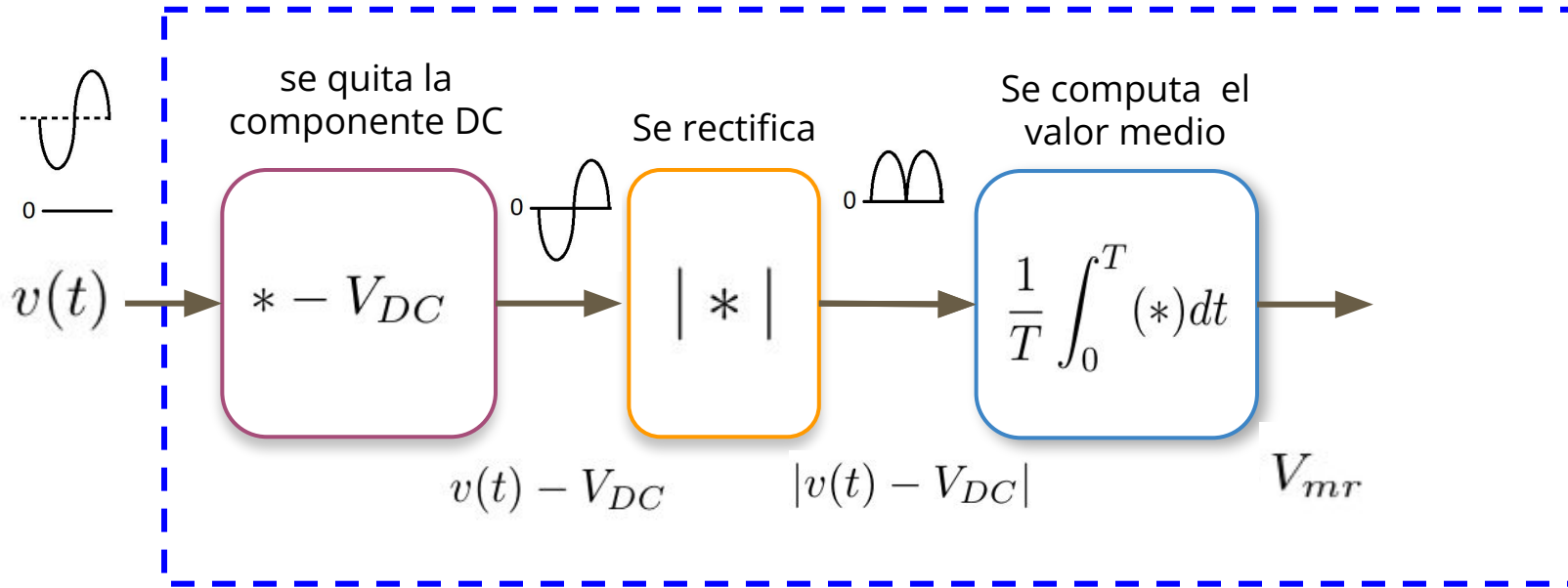
$$V_{AC} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (v(t) - V_{DC})^2 dt}$$



Segundo, rectificamos...

“Mult. de Valor Medio” (modo AC)

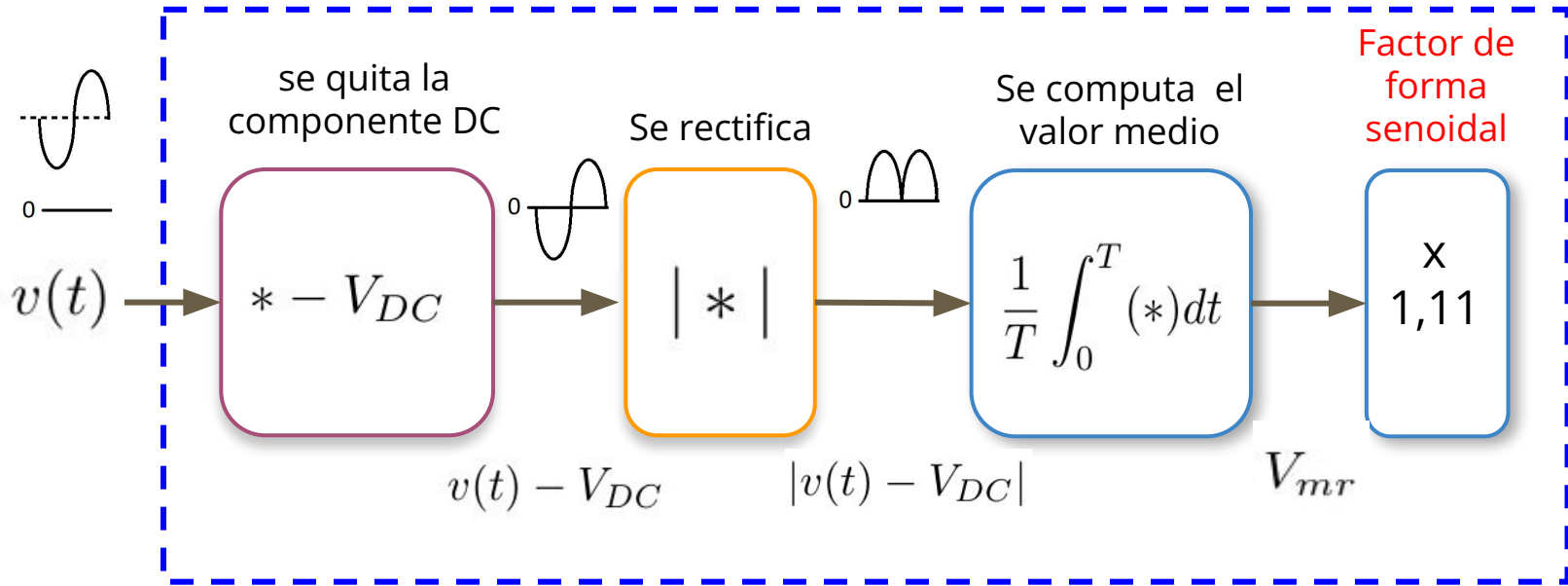
$$V_{AC} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (v(t) - V_{DC})^2 dt}$$



Tercero, calculamos valor medio...

“Mult. de Valor Medio” (modo AC)

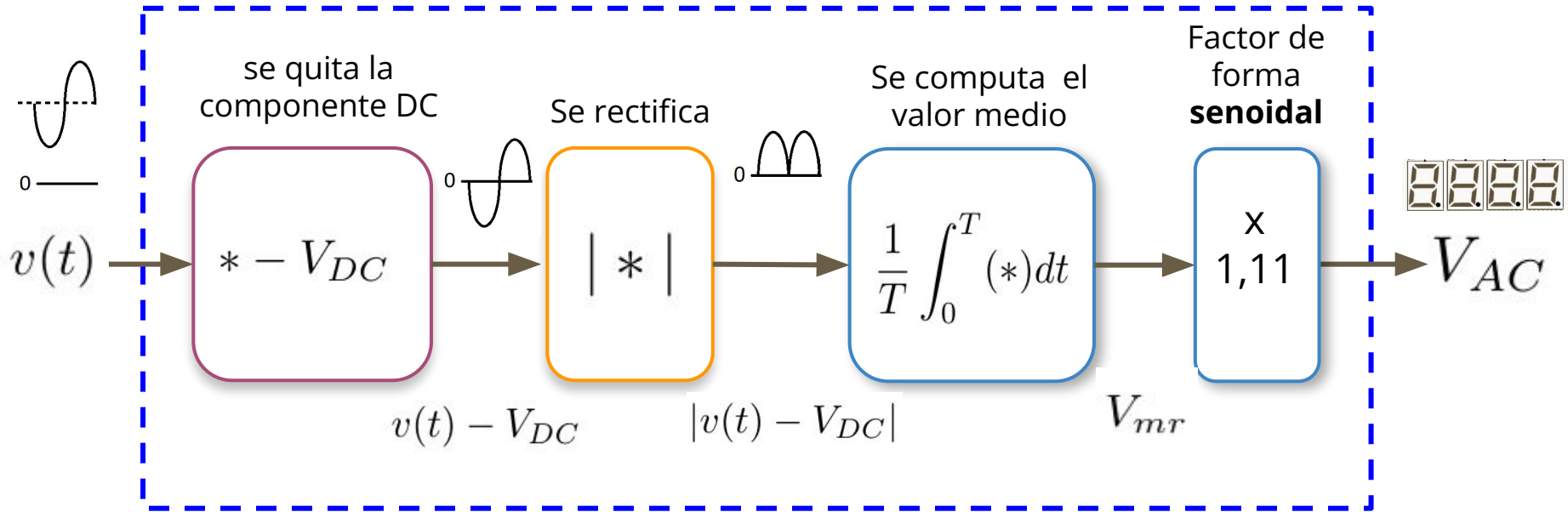
$$V_{AC} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (v(t) - V_{DC})^2 dt}$$



Cuarto, multiplicamos por el factor de forma

“Mult. de Valor Medio” (modo AC)

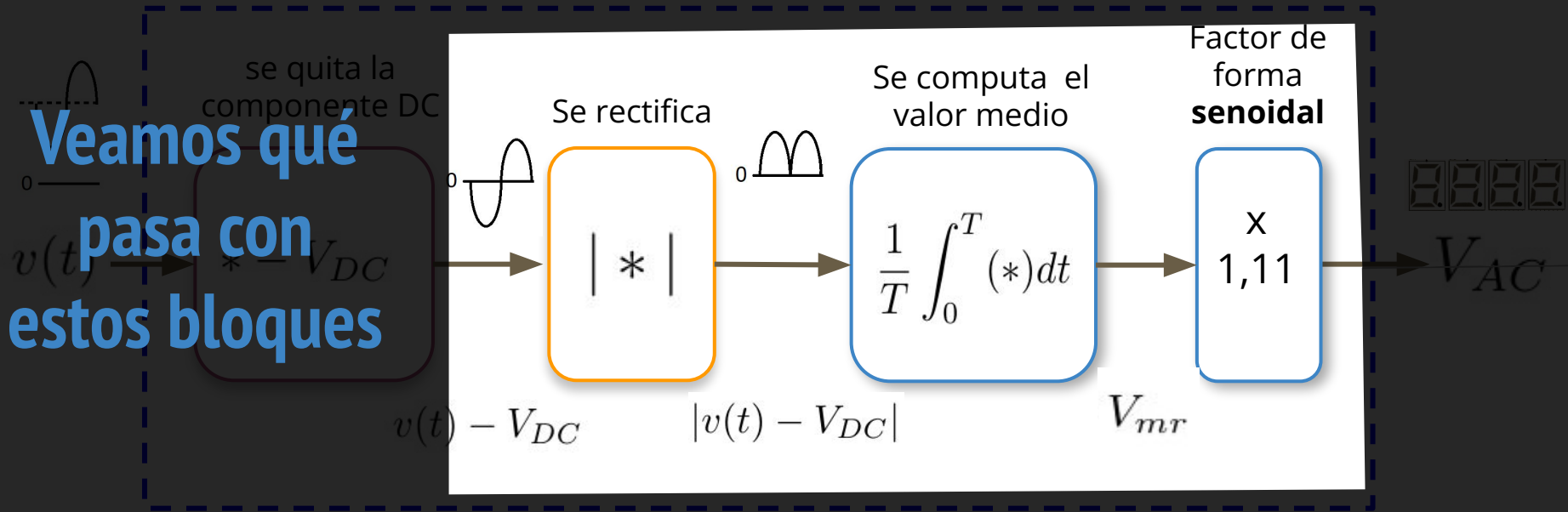
$$V_{AC} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (v(t) - V_{DC})^2 dt}$$



Quinto, se muestra lectura en el display

“Mult. de Valor Medio” (modo AC)

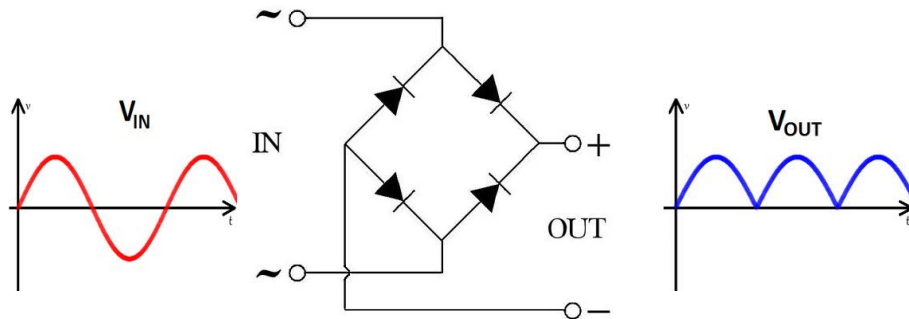
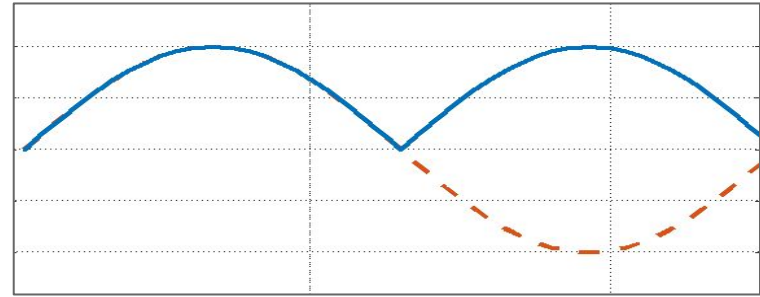
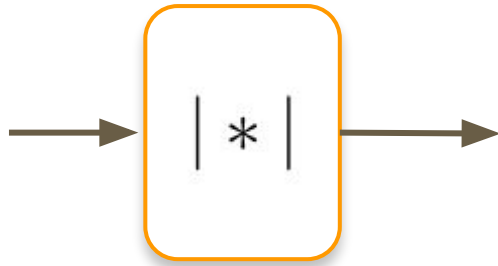
$$V_{AC} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (v(t) - V_{DC})^2 dt}$$



Quinto, se muestra lectura en el display

“Mult. de Valor Medio” (modo AC)

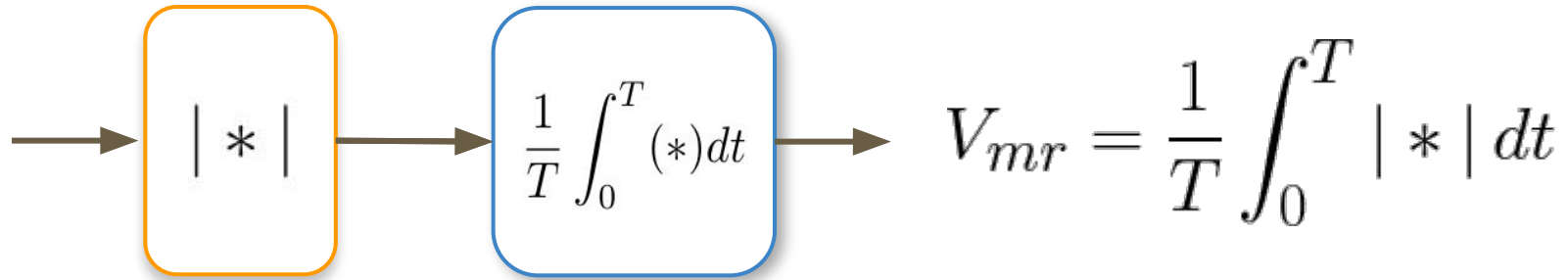
Rectificador



bloque circuital que permite implementar fácilmente la operación de módulo (*rectificador de onda completa*):

“Mult. de Valor Medio” (modo AC)

Valor medio rectificado

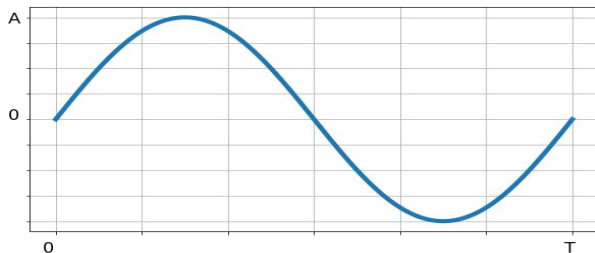


Definición: el valor medio rectificado es el resultado de calcular el promedio de una señal alterna rectificada.

“Mult. de Valor Medio” (modo AC)

Los fabricantes de estos multímetros suponen que la mayoría de las veces se usará para medir señales senoidales

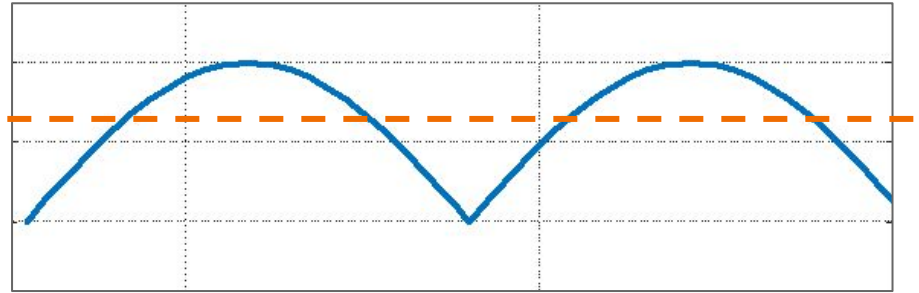
Ejemplo: 220 V de la red eléctrica



“Mult. de Valor Medio” (modo AC)

¿Cuál es el valor medio de la **senoidal** rectificada?

$$V_{mr} = \frac{1}{T} \int_0^T |A \sin(\omega \cdot t)| dt$$

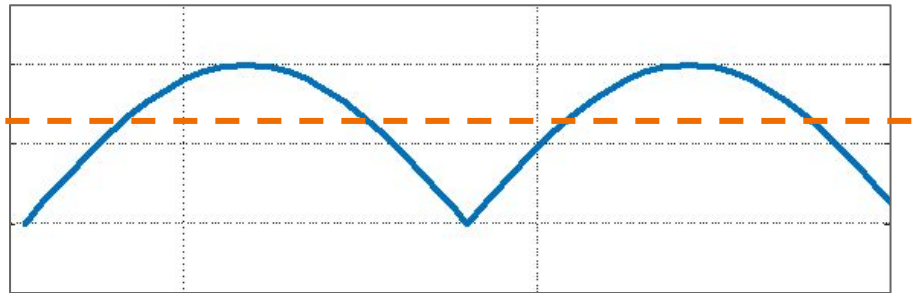


“Mult. de Valor Medio” (modo AC)

¿Cuál es el valor medio de la **senoidal** rectificada?

$$V_{mr} = \frac{1}{T} \int_0^T |A \operatorname{sen}(\omega \cdot t)| dt$$

... (tarea para el hogar)



$$= \frac{2}{T} \cdot \left[\frac{-A \cos(\omega \cdot t)}{\omega} \right]_0^{\frac{T}{2}} = \frac{2}{T} \cdot \left[\frac{A}{\omega} + \frac{A}{\omega} \right] = \frac{2}{T} \cdot \left[\frac{2 \cdot A}{\omega} \right] = \frac{4A}{\omega \cdot T} = \frac{4A}{2\pi} = \frac{2}{\pi} \cdot A$$

“Mult. de Valor Medio” (modo AC)

Notar lo siguiente: ambos, ***V_{mr}*** y ***V_{ac}***, dependen de la amplitud.

$$V_{mr} = \frac{2}{\pi} \cdot A$$

Valor medio
rectificado

$$V_{AC} = \frac{A}{\sqrt{2}}$$

Valor eficaz de alterna
(teórico)

“Mult. de Valor Medio” (modo AC)

Notar lo siguiente: ambos, **V_{mr}** y **V_{ac}** , dependen de la amplitud.

$$V_{mr} = \frac{2}{\pi} \cdot A$$

Valor medio
rectificado

$$V_{AC} = \frac{A}{\sqrt{2}}$$

Valor eficaz de alterna
(teórico)

Podemos entonces calcular **V_{ac}** en función de **V_{mr}**

$$V_{AC} = \alpha \cdot V_{mr}$$

“Mult. de Valor Medio” (modo AC)

Entonces, definimos el **Factor de Forma**:

$$\alpha = \frac{V_{AC}}{V_{mr}}$$

Es el cociente entre el valor eficaz verdadero de una señal y su valor medio rectificado.

“Mult. de Valor Medio” (modo AC)

¿Cuál es el factor de forma de una **senoidal**?

$$\alpha_{senoidal} = \frac{V_{AC_{senoidal}}}{V_{mr_{senoidal}}} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} \simeq 1,11$$

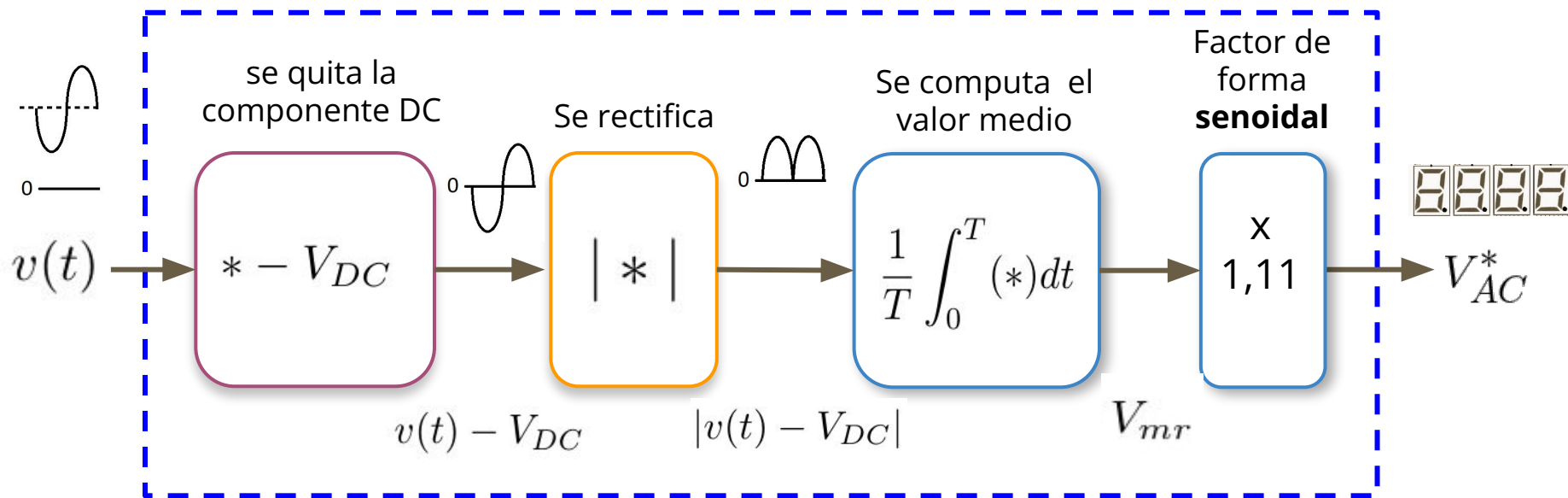
*Cada forma de onda tiene su propio factor de forma.
En una senoidal es 1,11.*

“Mult. de Valor Medio” (modo AC)

**Volvamos a nuestro diagrama
en bloques..**

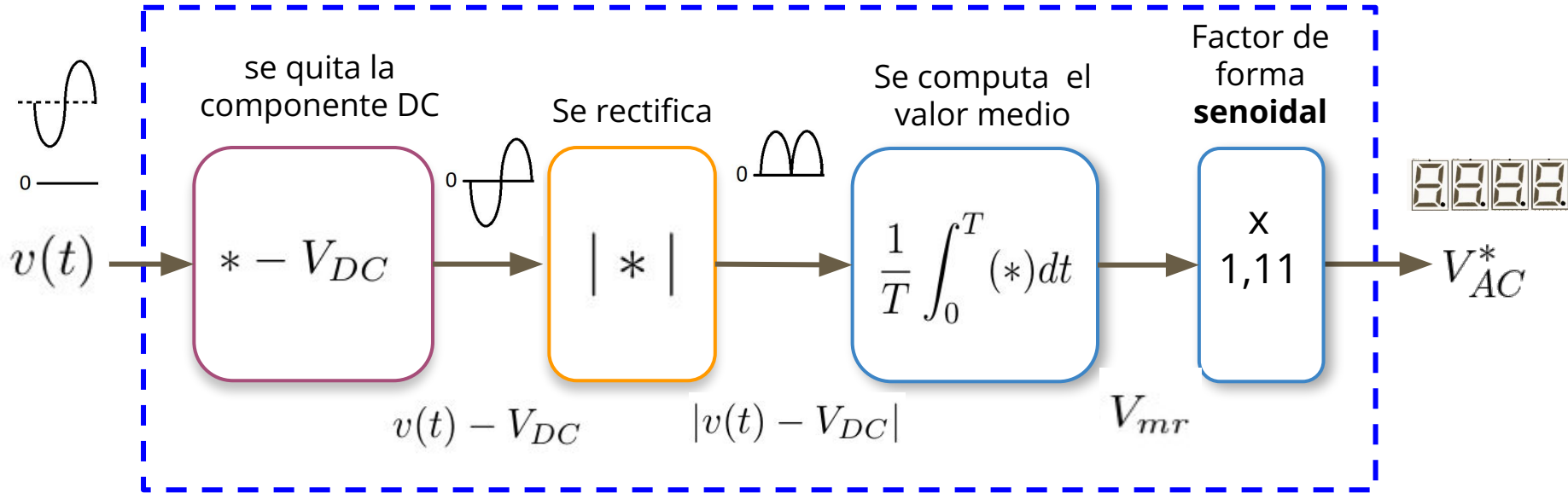
“Mult. de Valor Medio” (modo AC)

$$V_{AC} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (v(t) - V_{DC})^2 dt}$$



“Mult. de Valor Medio” (modo AC)

$$V_{AC} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (v(t) - V_{DC})^2 dt}$$



$$V_{AC}^* = 1,11 \times \frac{1}{T} \int_0^T |v(t) - V_{DC}| dt$$

*Asume que estamos
midiendo una senoidal*

“Mult. de Valor Medio” (modo AC)

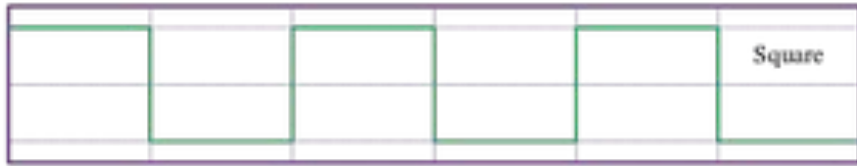
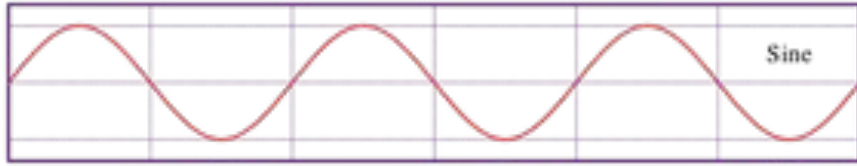


Atención!

El Multímetro de Valor Medio está configurado para medir **SÓLO** señales **SENOIDALES**.

FF=1,11

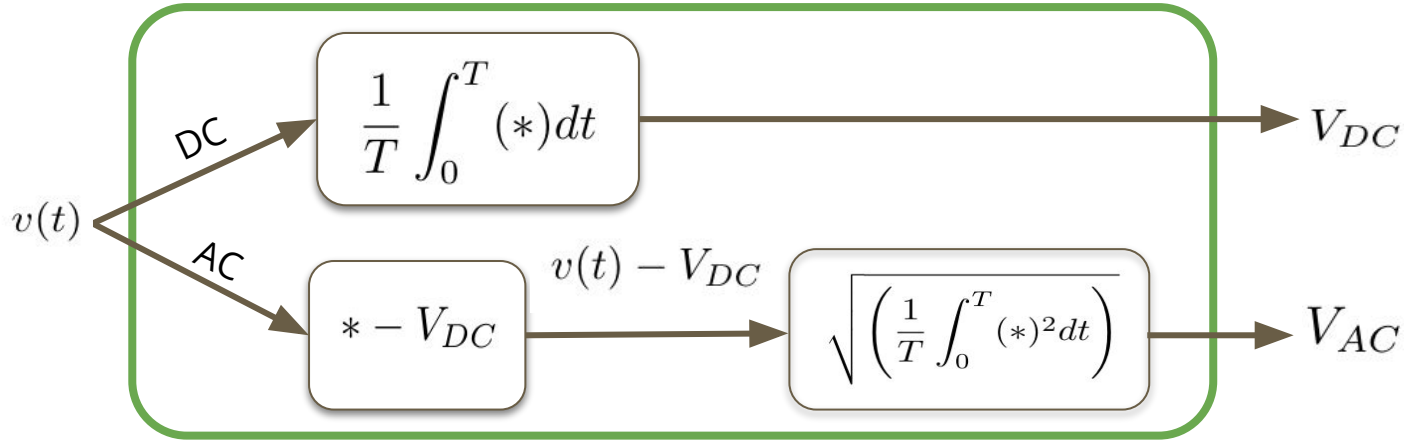
“Mult. de Valor Medio” (modo AC)



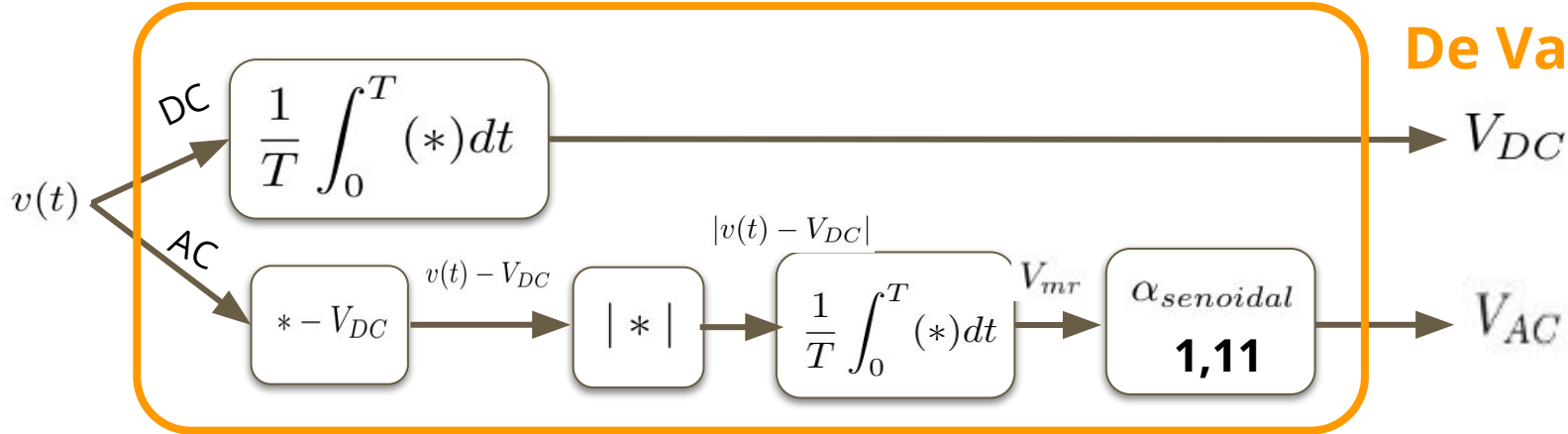
¿Podemos hacer algo con estas mediciones?

pista: FF

Resumen



TRUE RMS



De Valor Medio



Multímetro

**“TENER EN CUENTA LAS
ESPECIFICACIONES”**

Multímetro “ESPECIFICACIÓN DE LA RESOLUCIÓN”

3 ½



0 0 0 0
1 : : :
9 9 9

- Valores 2
- Máximo 1

3 dígitos completos

3 ¾



0 0 0 0
1 : : :
2 9 9 9
3

- Valores 4
- Máximo 3

3 dígitos completos

Multímetro “ESPECIFICACIÓN DE ANCHO DE BANDA”

- Mediría correctamente la tensión eficaz si la señal es de 0.1 Hz (periodo 10 s)?
- Mediría correctamente la tensión eficaz si la señal es de 100 GHz?



Multímetro “ESPECIFICACIÓN DE ANCHO DE BANDA”

- Mediría correctamente la tensión eficaz si la señal es de 0.1 Hz (periodo 10 s)?
- Mediría correctamente la tensión eficaz si la señal es de 100 GHz?



**Hay que verificar
el manual del
fabricante!**



Ejercicio

Ejercicio



Se desea medir la forma de onda de la figura, donde la amplitud del pulso es de 50 V y el periodo $T = 10$ ms, usando un **MMD de 3 3/4** dígitos con escalas VDC (**0,3 % lect. + 1 díg.**) y VAC (**45 Hz a 1 kHz**), (**1,9 % lect. + 2 díg.**).

- ¿Cuál es el resultado de la medición en VDC y en VAC con un multímetro de valor medio?
- ¿Cuál sería la lectura de un voltímetro de verdadero valor eficaz?