



# Loops

EA4AD, Jesús Ranz  
17 de septiembre 2017

# Loops



## Loops grandes

- Perímetro =  $\lambda$
- Normalmente autoresonantes a una frecuencia
- P.E. Antenas Cúbicas

## Small Transmitting Loops (STL)

- Perímetro  $0,08 < \lambda < 0,1$
- No autoresonantes

## Loops pequeños RX

- Perímetro  $< 0,08 \lambda$
- Antenas ferrita en receptores

# Perímetro $0,08 < \lambda < 0,1$



Muy poca longitud física respecto de  $\lambda$

- Potencial eléctrico es casi 0
- Corriente es constante

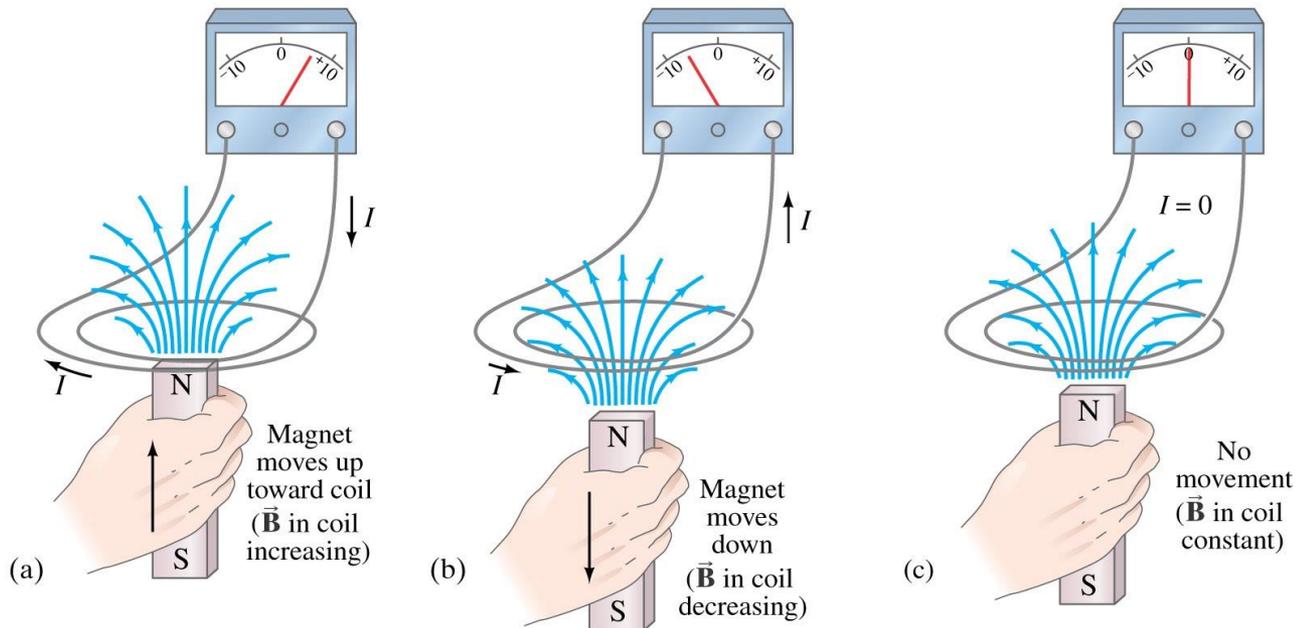
Por tanto ...

- No actúa como una antena eléctrica
- Pero hemos construido una bobina de 1 espira

# Perímetro $0,08 < \lambda < 0,1$



¿Qué ocurre cuando colocamos una bobina en un campo magnético variable?



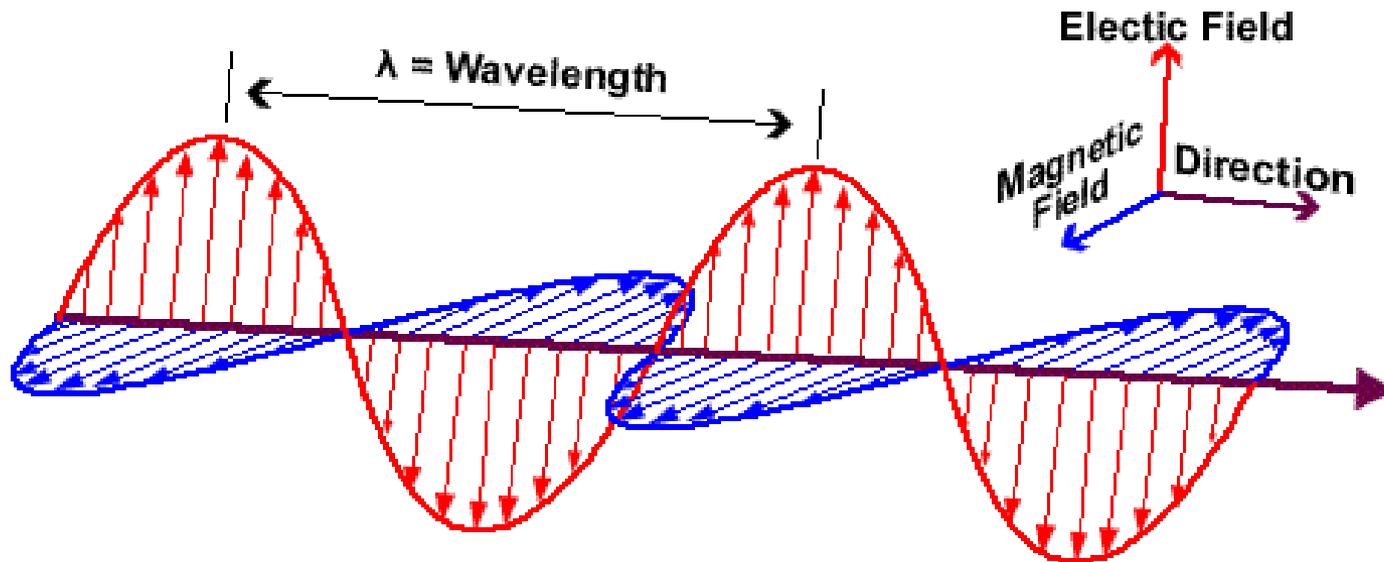
Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

**Ley de inducción electromagnética de Faraday**

# Perímetro $0,08 < \lambda < 0,1$



¿Dónde encontramos un campo magnético variable que podamos usar?



# Perímetro $0,08 < \lambda < 0,1$

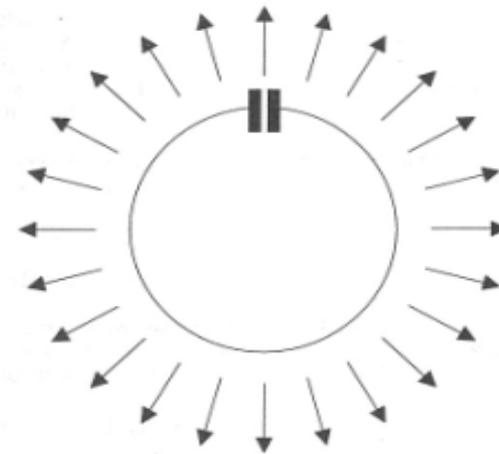
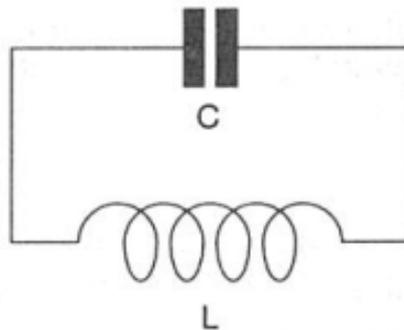


## Recapitulemos:

Tenemos una bobina de una espira

Tenemos un campo magnético variable

¿Y si le añadimos un condensador en paralelo?

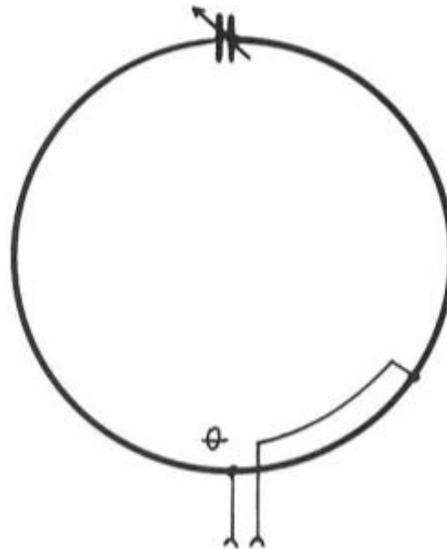


Circuito resonante LC paralelo

# Perímetro $0,08 < \lambda < 0,1$

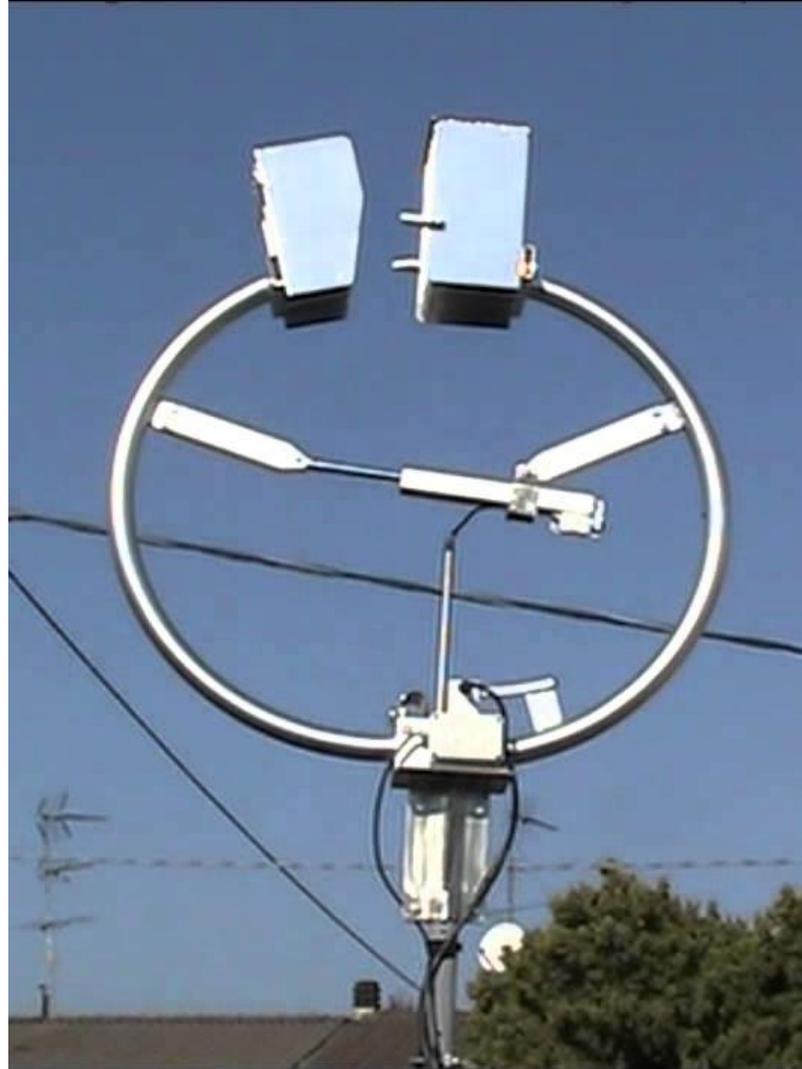


¿Y si le añadimos un mecanismo para acoplar una línea de transmisión y hacemos el condensador variable?



**!!!! Antena de Aro Magnético !!!!**

Perímetro  $0,08 < \lambda < 0,1$



# Perímetro $0,08 < \lambda < 0,1$



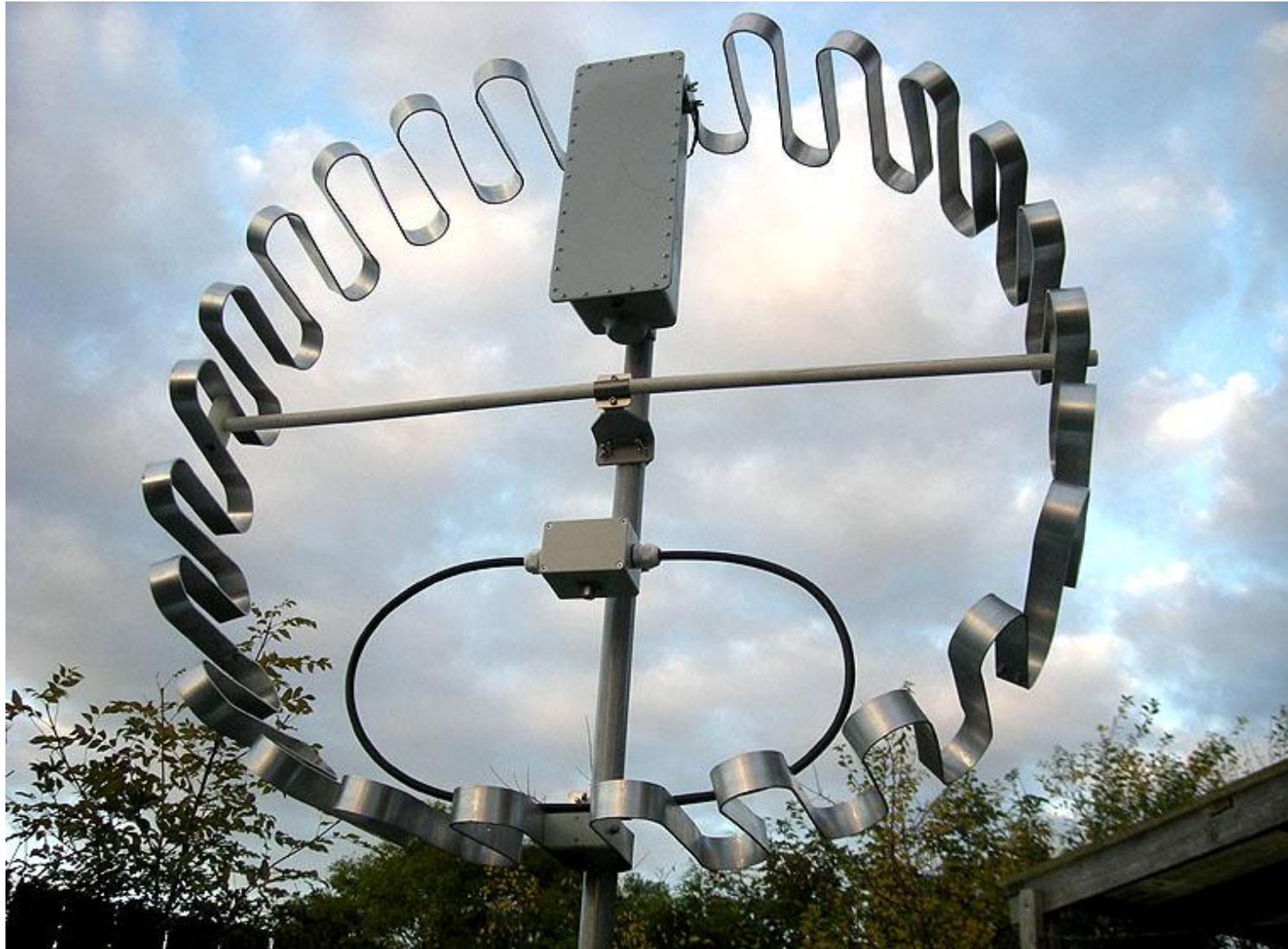
Perímetro  $0,08 < \lambda < 0,1$



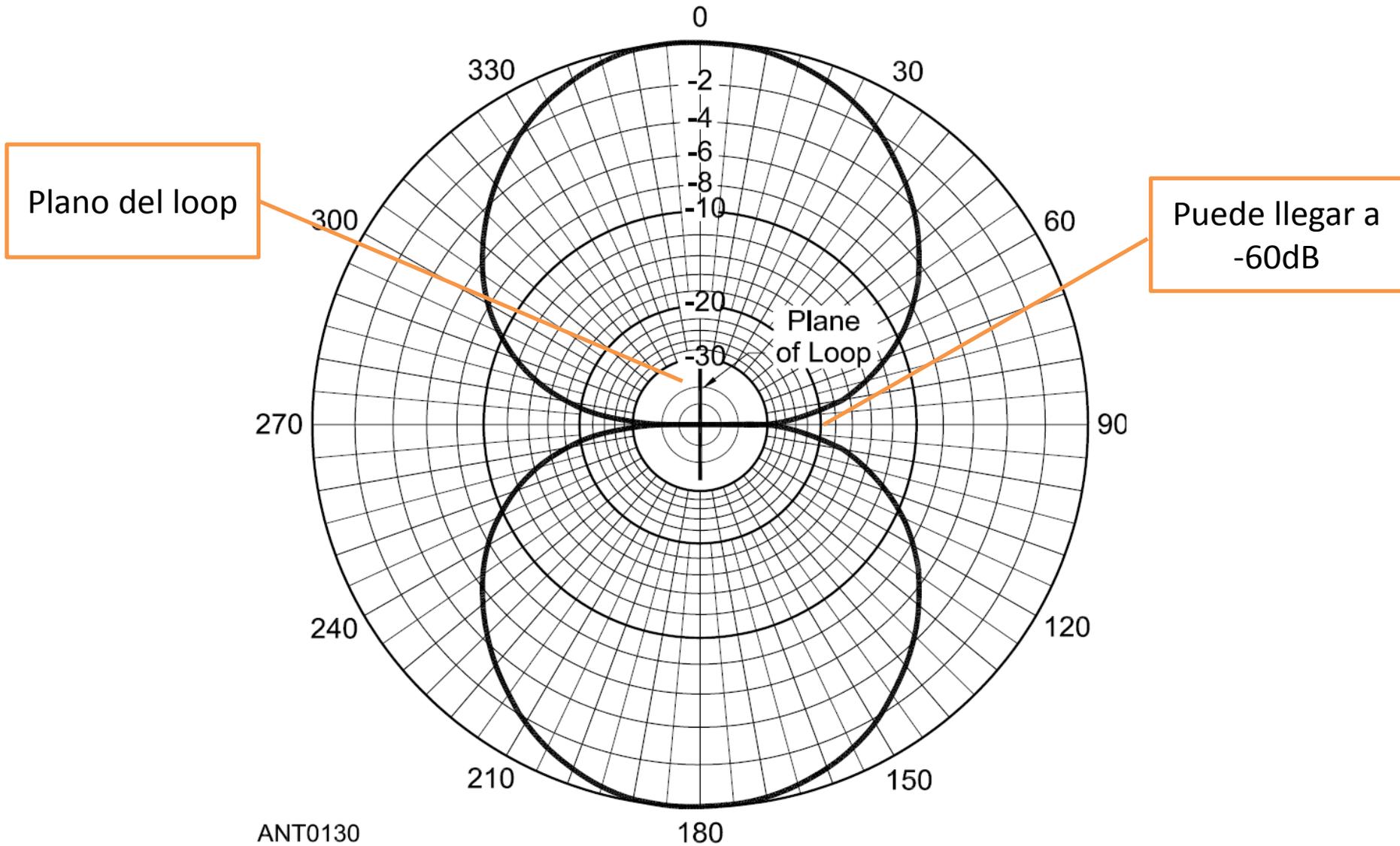
Perímetro  $0,08 < \lambda < 0,1$



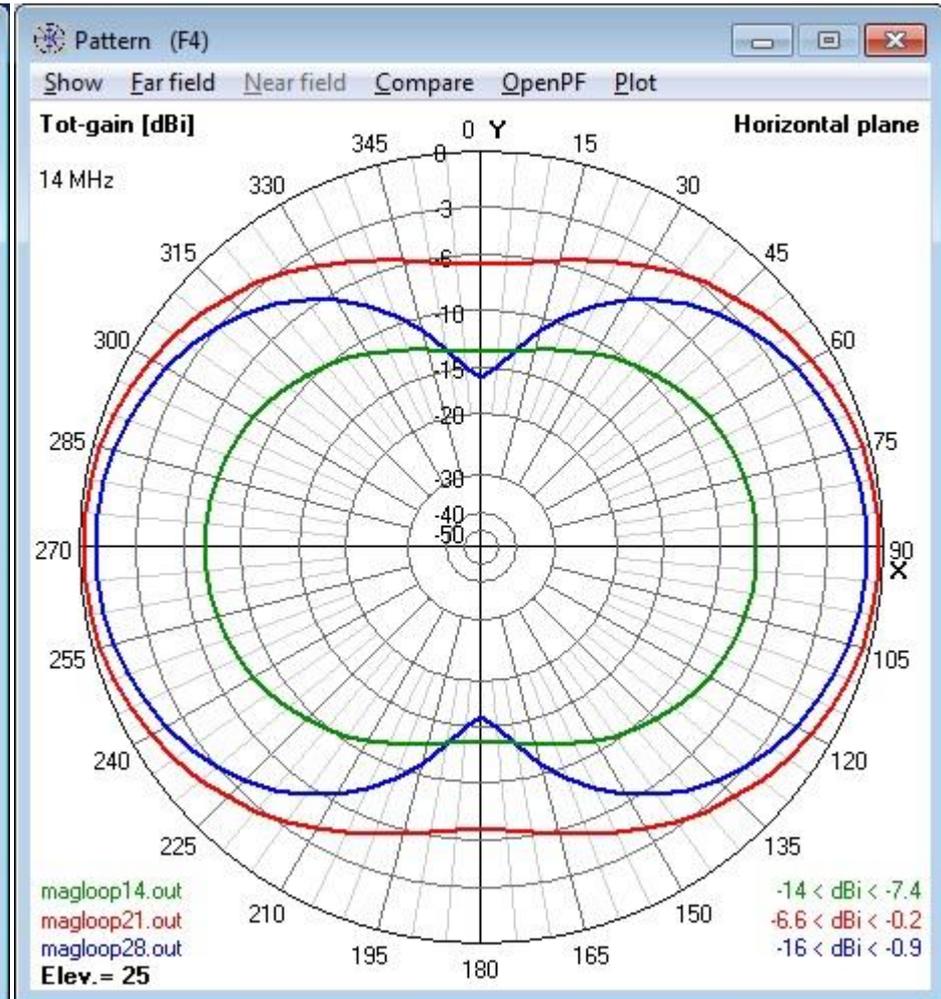
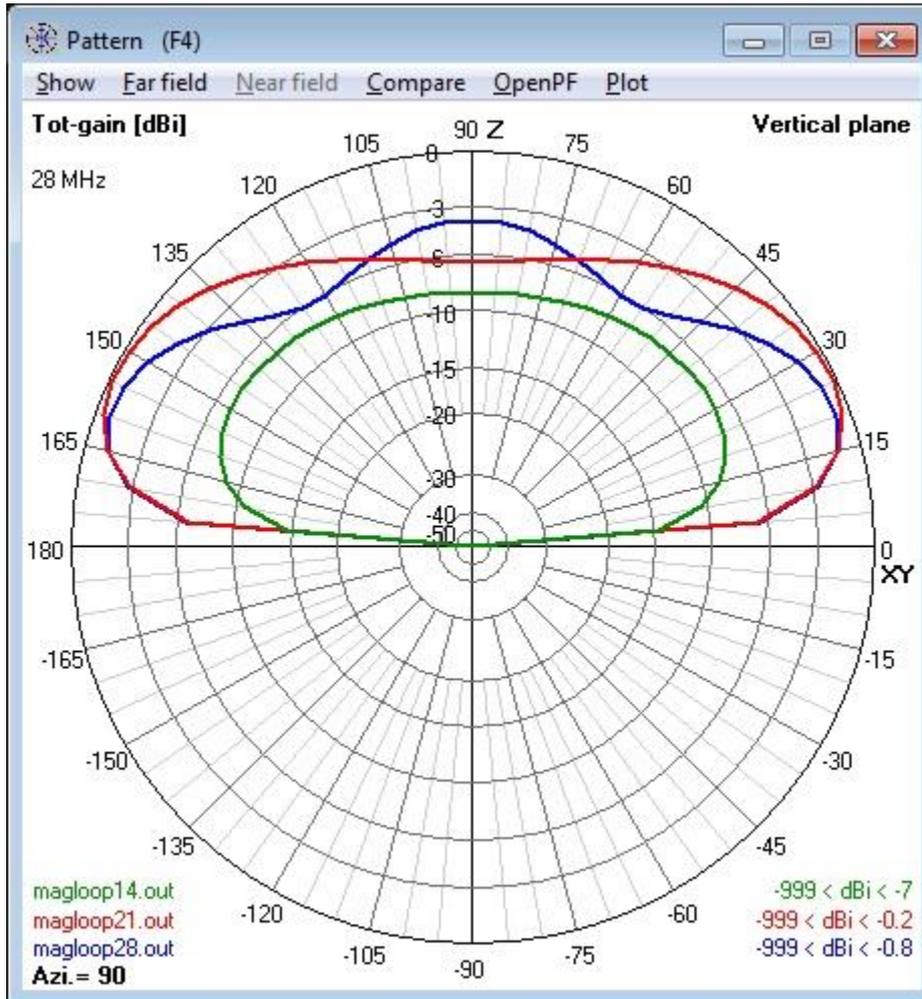
Perímetro  $0,08 < \lambda < 0,1$



# Diagramas de Radiación



# Diagramas de Radiación



# ¿Por qué un Loop Magnético?



- Antena reducida para recepción bandas bajas
- Antena portable
- Cuando se necesita NVIS
- Es direccional y su eficiencia es similar a la de un dipolo en condiciones ideales del dipolo.
  
- No necesita elevarse sobre el suelo
- No necesita plano de tierra
- Poco sensible al ruido eléctrico

# ¿Por qué un Loop Magnético?



- Es una antena multibanda
- Funciona bajo tejado o en el interior de un piso
- Ideal para una terraza o balcón
- Puede ser montado horizontalmente o verticalmente
- Ideal para baja potencia en misma frecuencia:  
Digitales, JT65, JT9, JT8
- Ideal para radiolocalización (-60db)

# ¿Por qué un Loop Magnético?



Por supuesto, no puede competir con las antenas tradicionales...

¿O quizás sí?

Un loop de 1m correctamente diseñado, construido y situado es:

- Igual o superior a los dipolos e hilos que usamos normalmente
- Solo -6db (1 S) respecto de una monobanda de 3 elementos a la altura apropiada sobre el suelo
- ¿Cuántas monobandas de 40-160m a  $\lambda/2$  conocemos?
- Relación S/R muy superior a las antenas eléctricas

# ¿Por qué un Loop Magnético?



Es una de las antenas más utilizadas en comunicaciones profesionales, defensa, diplomacia o HF embarcado en rangos NVIS (0-500Km)



# ¿Por qué un Loop Magnético?



Si es una antena tan maravillosa,  
¿Por qué no la usa todo el mundo?

- Desconocimiento
- **Muy poco ancho de banda**
- Toca sintonizar frecuentemente



# Detalles Constructivos

# Peligro !!!!



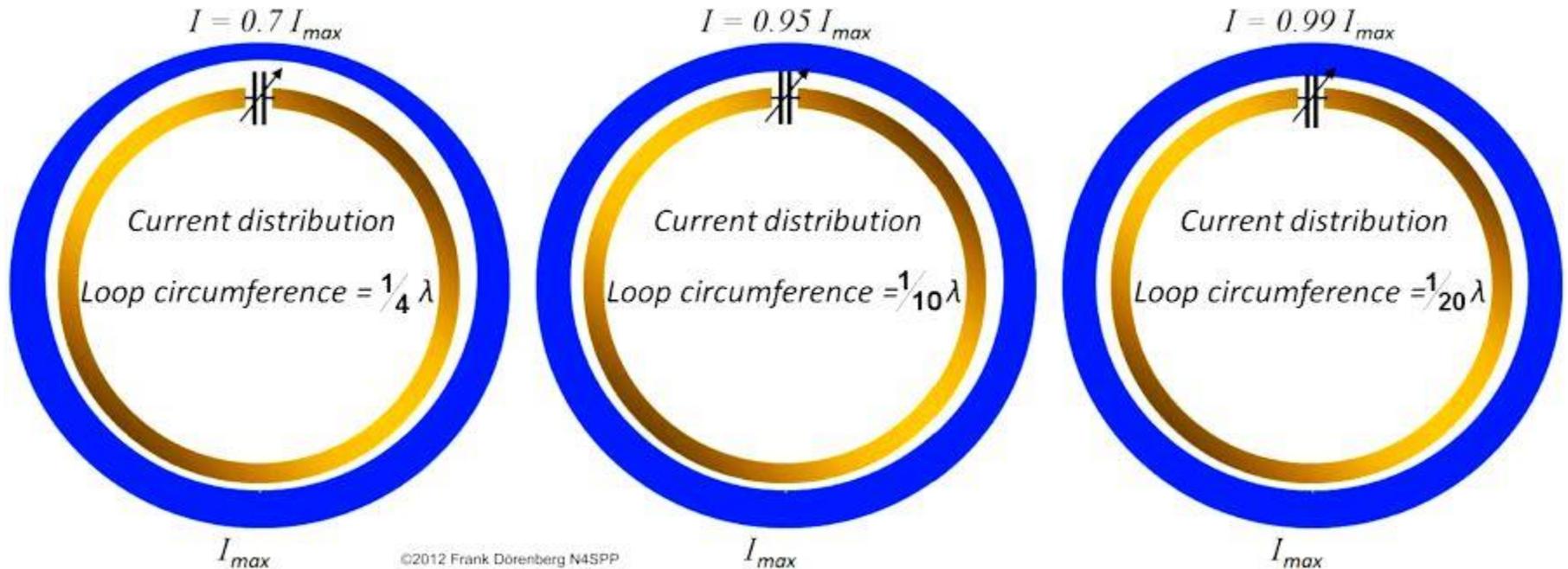
# Peligro !!!!



©2012 Frank Dörenberg

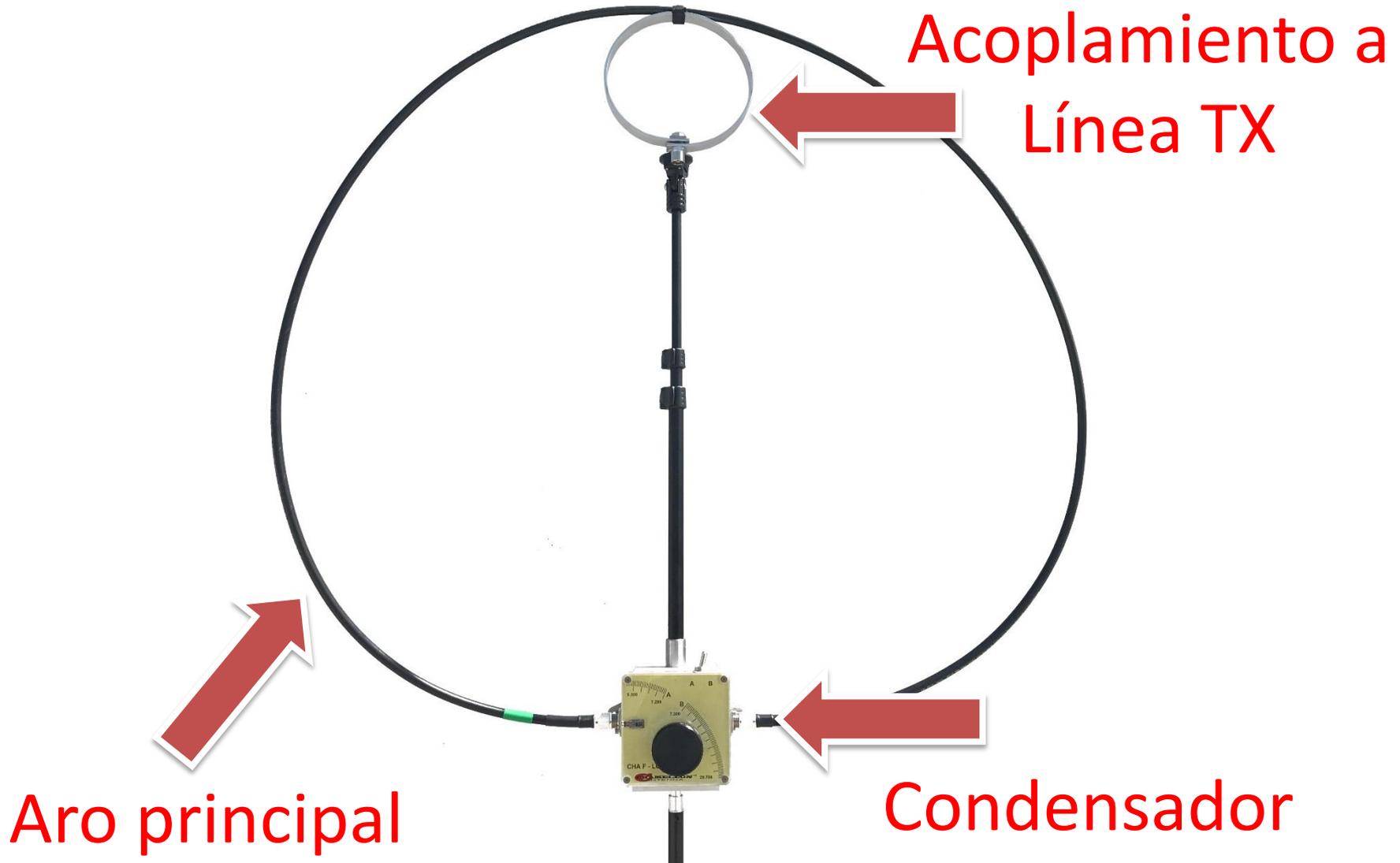
## Distribución de Voltaje en el Aro

# Peligro !!!!



Distribución de corriente en el Aro

# Fisonomía de un loop





# Construcción del Aro

# Aro principal

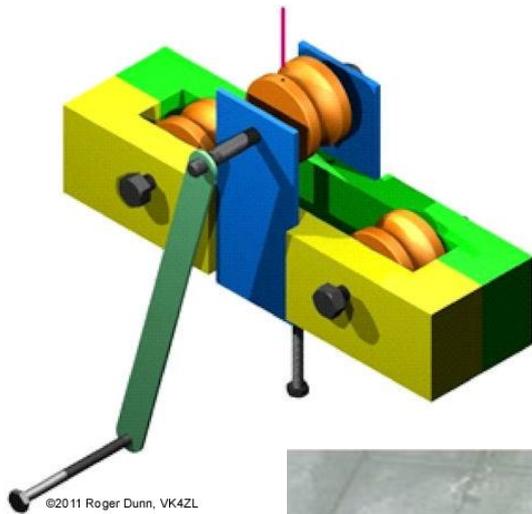


- Material: Aquél con menos resistencia
  - Tubo o pletina de cobre
  - Tubo o pletina de aluminio
  - Multicapa fontanería
  - Coaxial
- Forma: Cualquiera que sea simétrica
- Técnicas: Doblado o soldado

# Aro principal



# Aro principal



©2011 Roger Dunn, VK4ZL

## Curvadora de tubos



© Twan, PA0KV



# Acoplamiento a la línea de transmisión

# Métodos de Acoplamiento

---



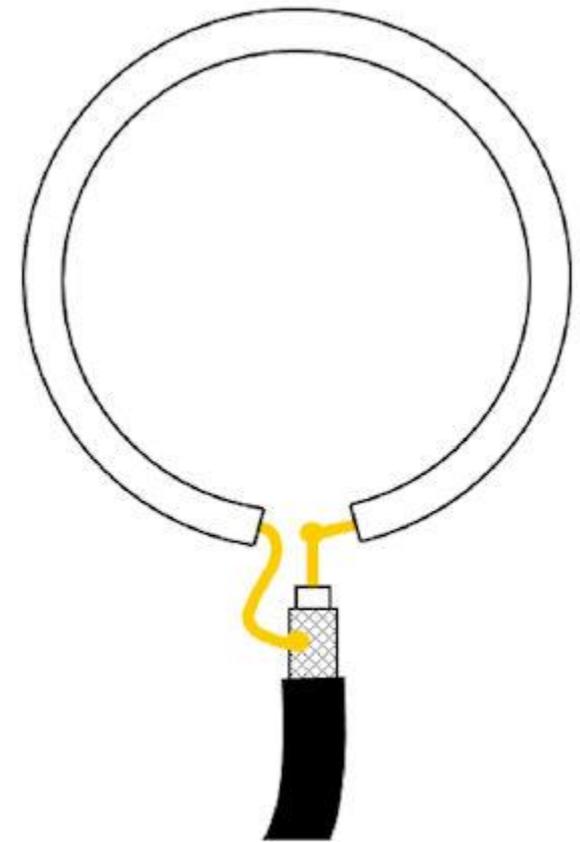
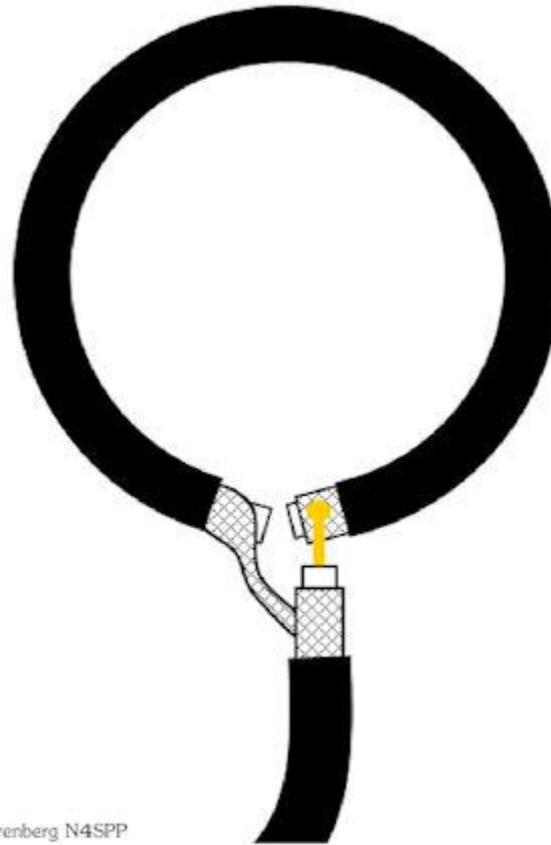
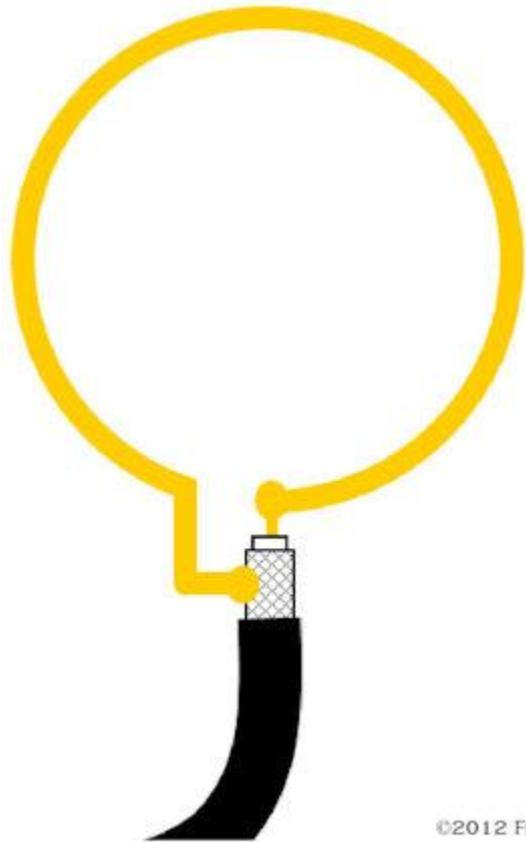
- Acoplamiento Inductivo
- Acoplamiento capacitativo
- Transformador Magnético
- Autotransformador (Gamma Match, etc)

# Acoplamiento Inductivo

- Método más común
- Tamaño:  $1/5$  del aro principal
- Forma: Cualquiera, usualmente circular
- Posición: En el lado opuesto del condensador es lo usual pero puede estar en cualquier lado a lo largo del aro
- Proximidad: Pegado. Cuanto más alejado mayor SWR
- Alineamiento: En el mismo plano del aro



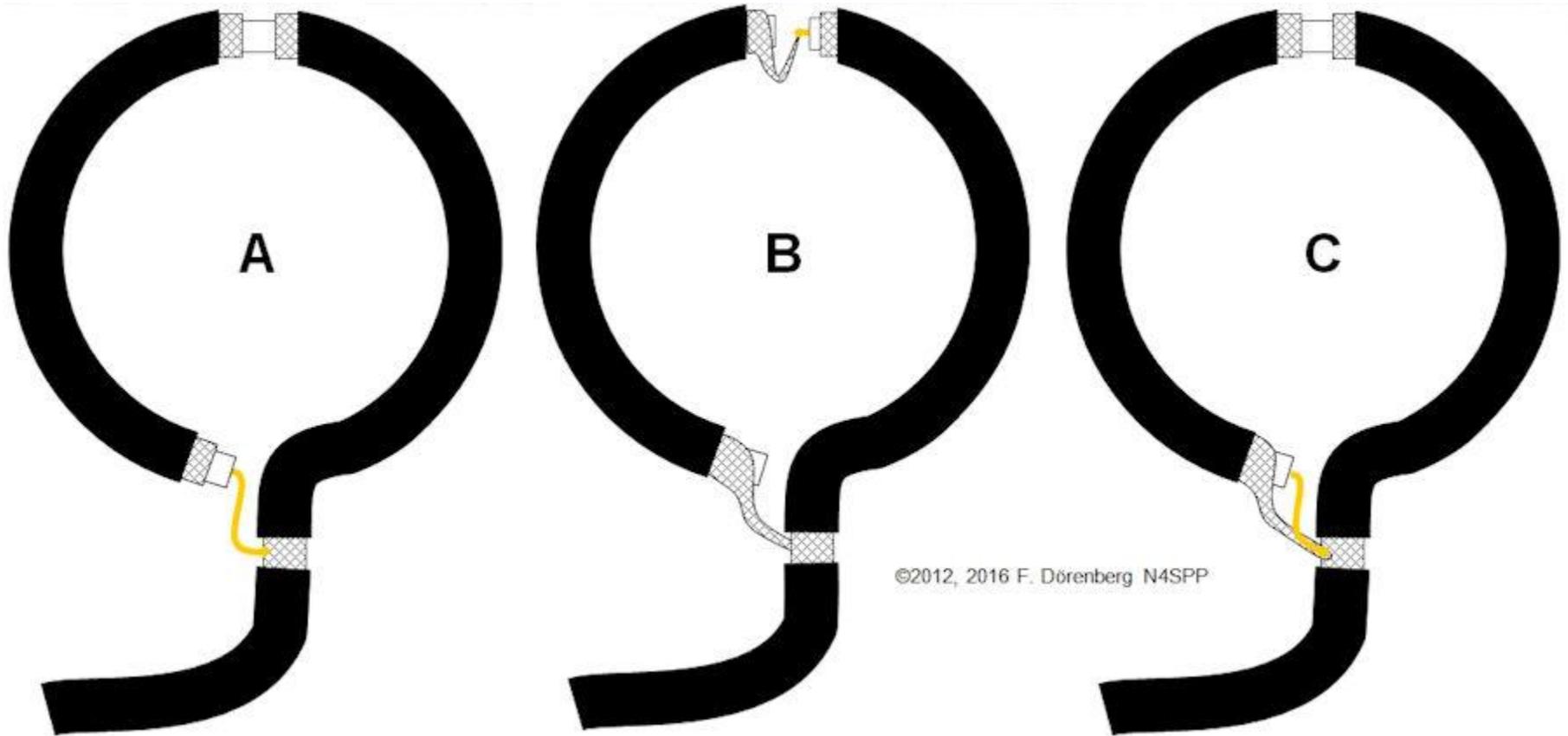
# Acoplamiento Inductivo



©2012 Frank Dörenberg N4SPP

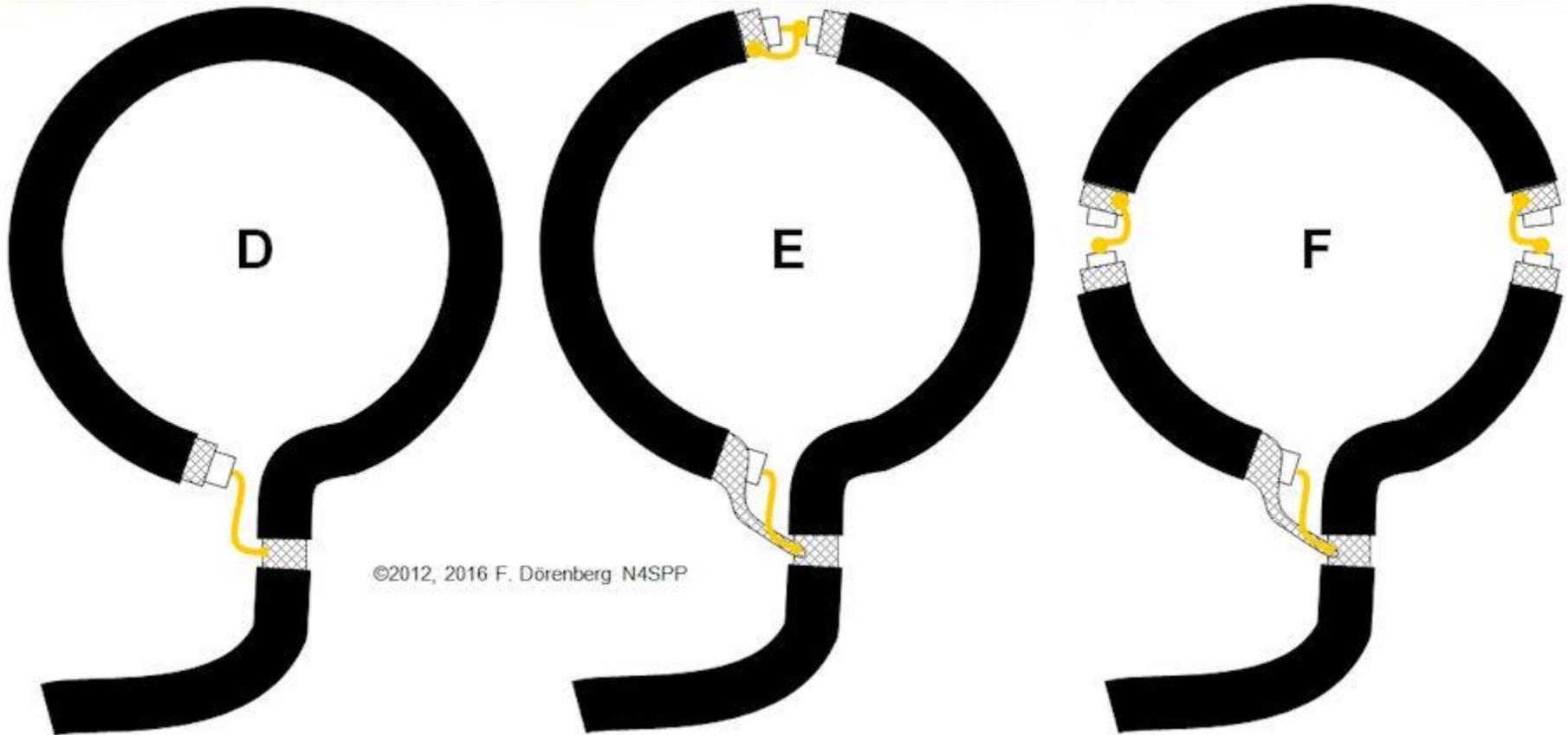
No apantallados

# Acoplamiento Inductivo



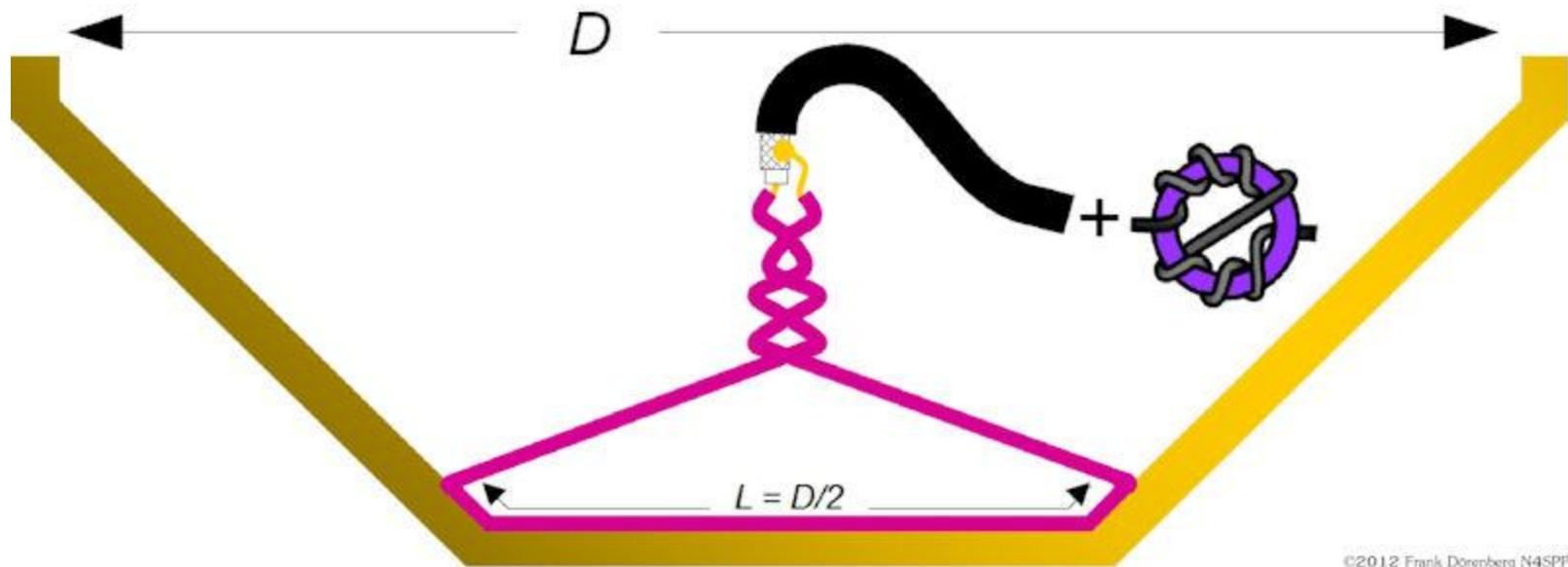
Apantallados

# Acoplamiento Inductivo



Apantallados

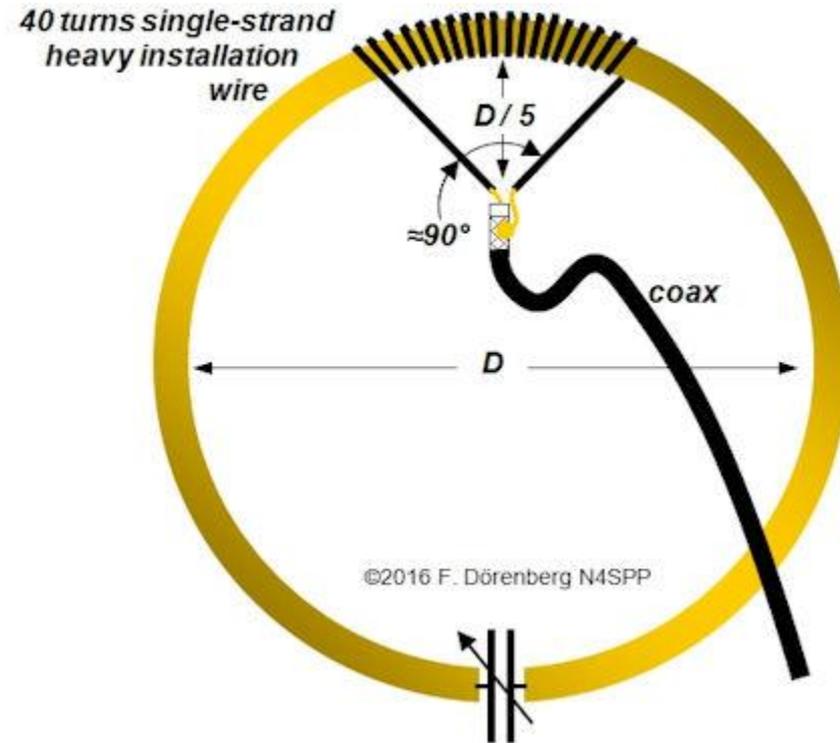
# Acoplamiento Inductivo



©2012 Frank Dörenberg N4SPP

Acoplamiento para optógonos

# Acoplamiento Inductivo

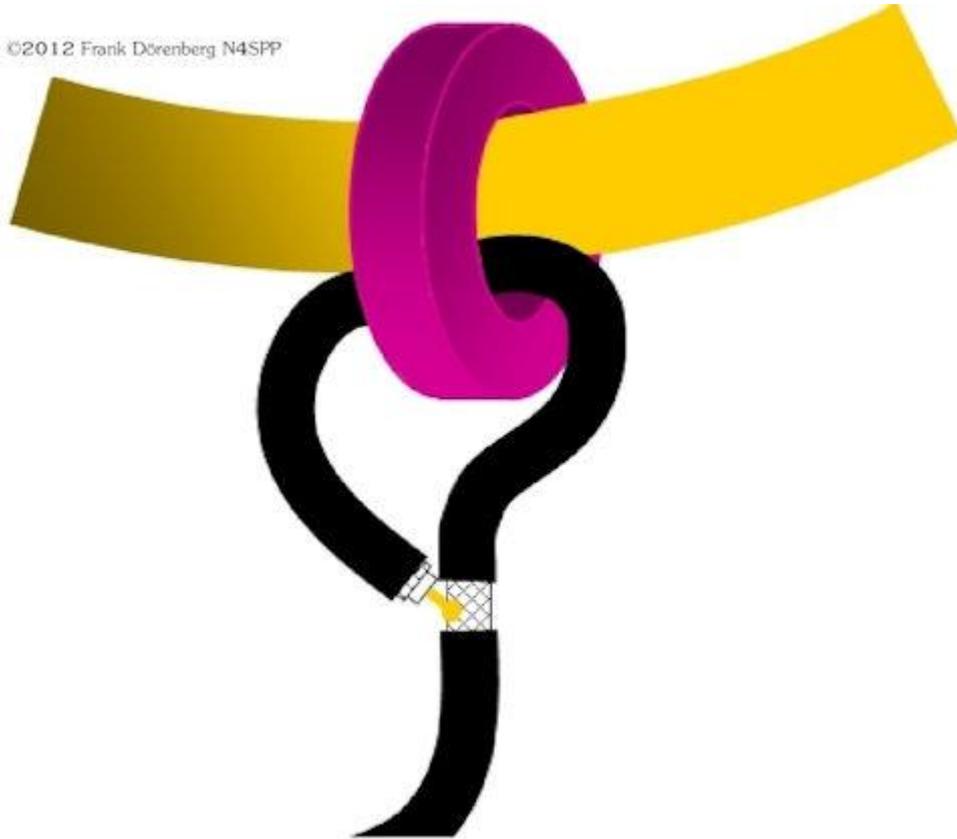


Acoplamientos

# Transformador magnético

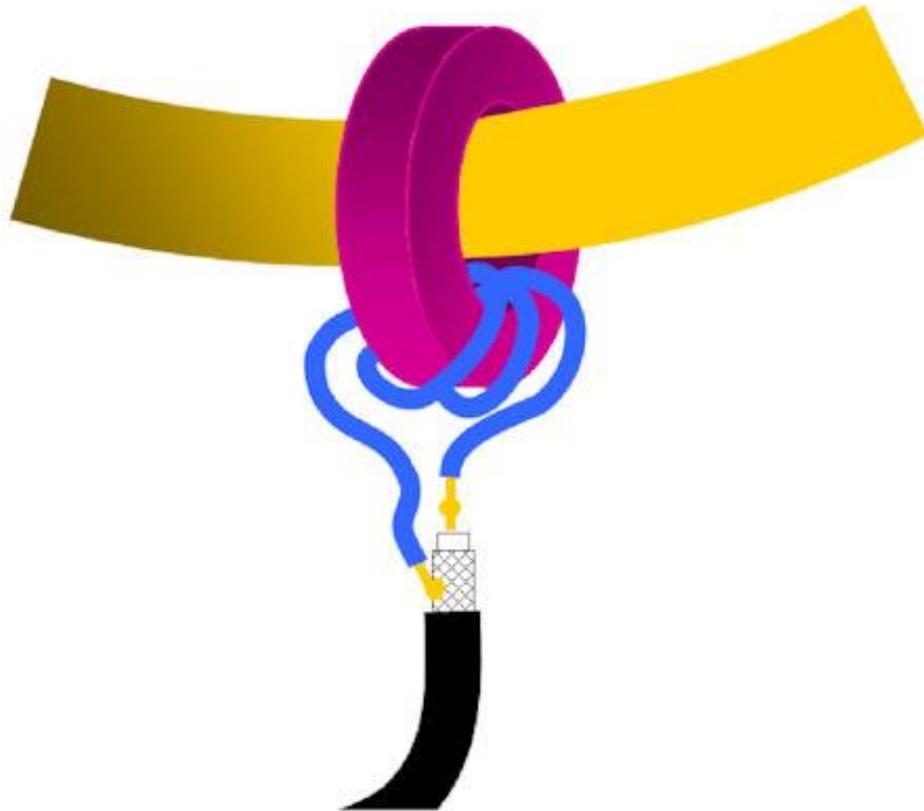


©2012 Frank Dörenberg N4SPP



Ferritas

# Transformador magnético

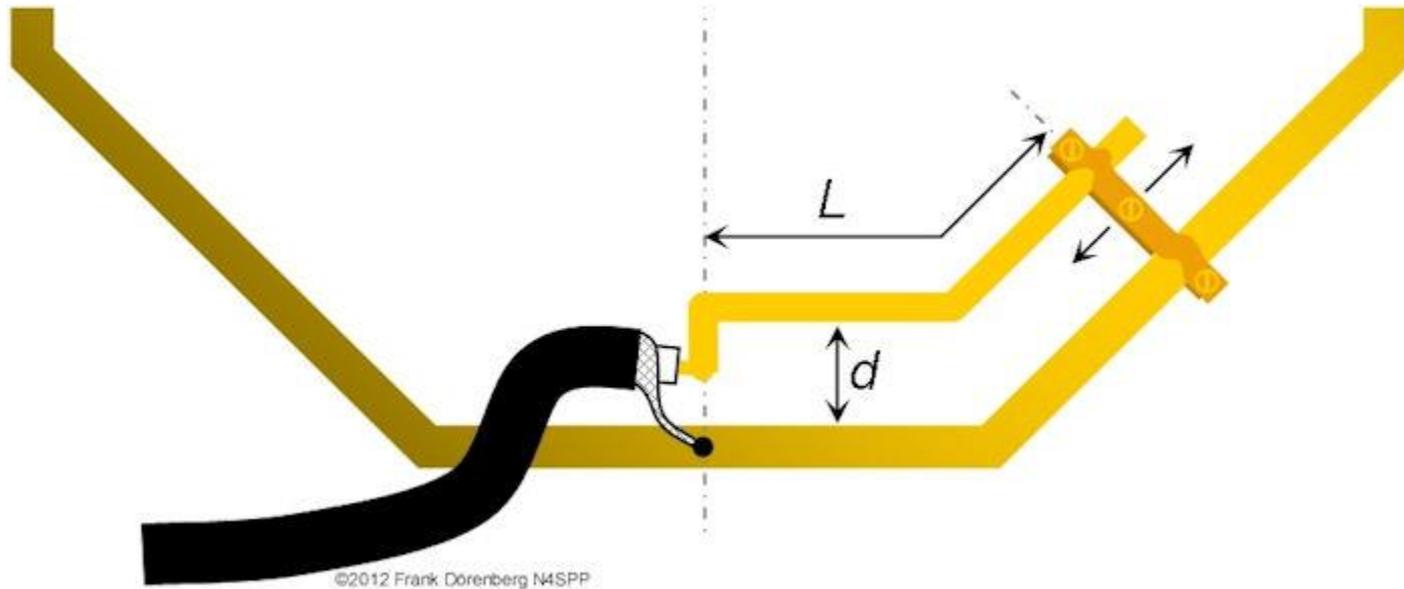


©2012 Frank Dörenberg N4SPP



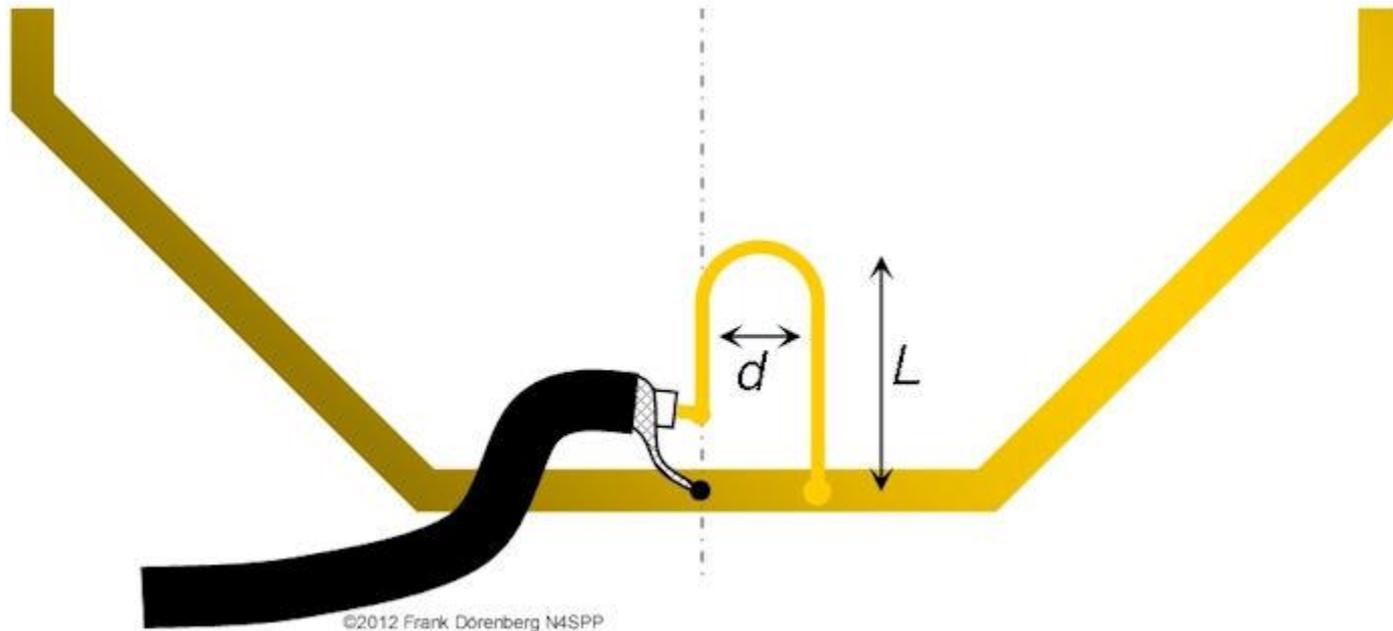
Ferritas

# AutoTransformador



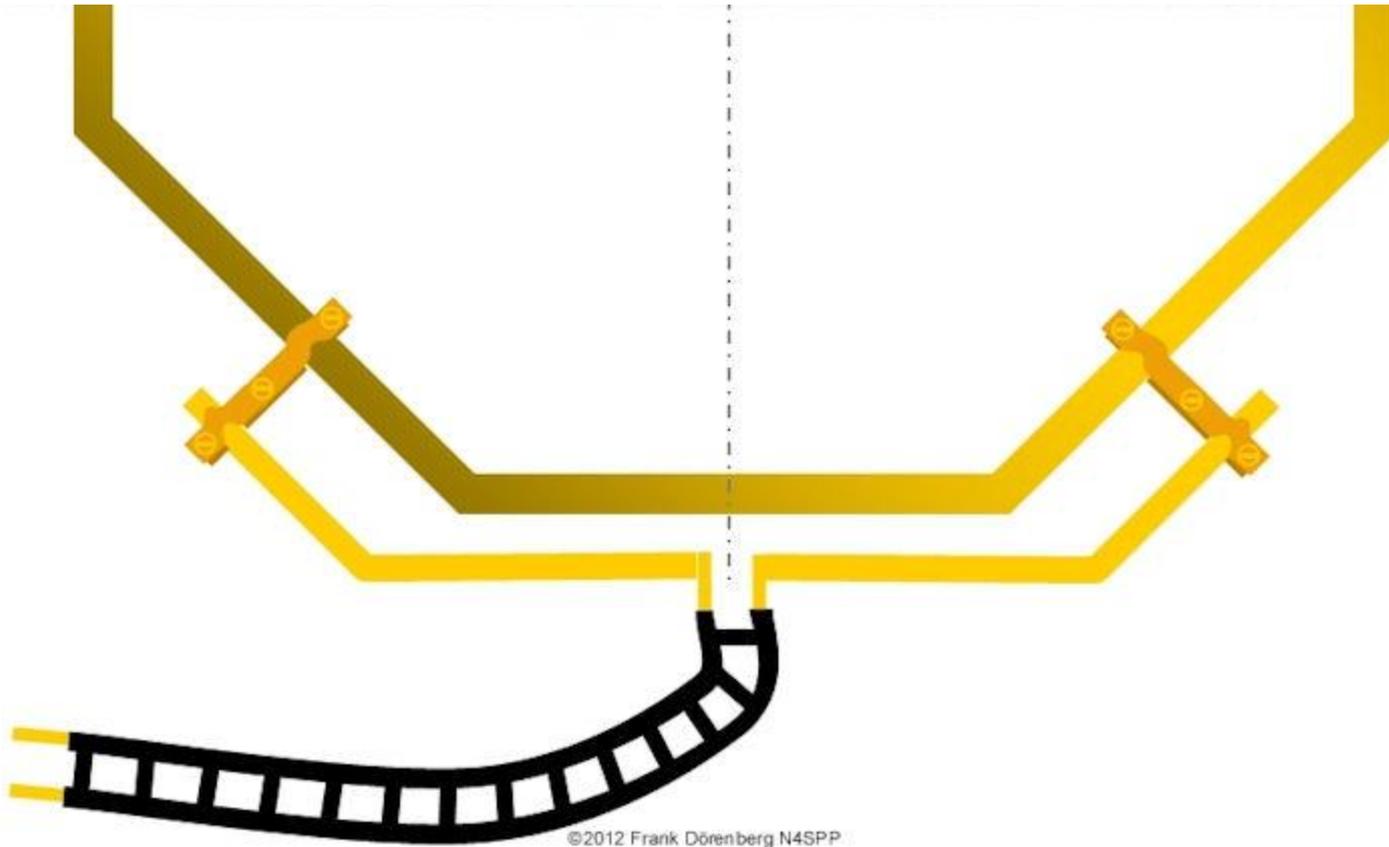
Gamma Loop

# AutoTransformador



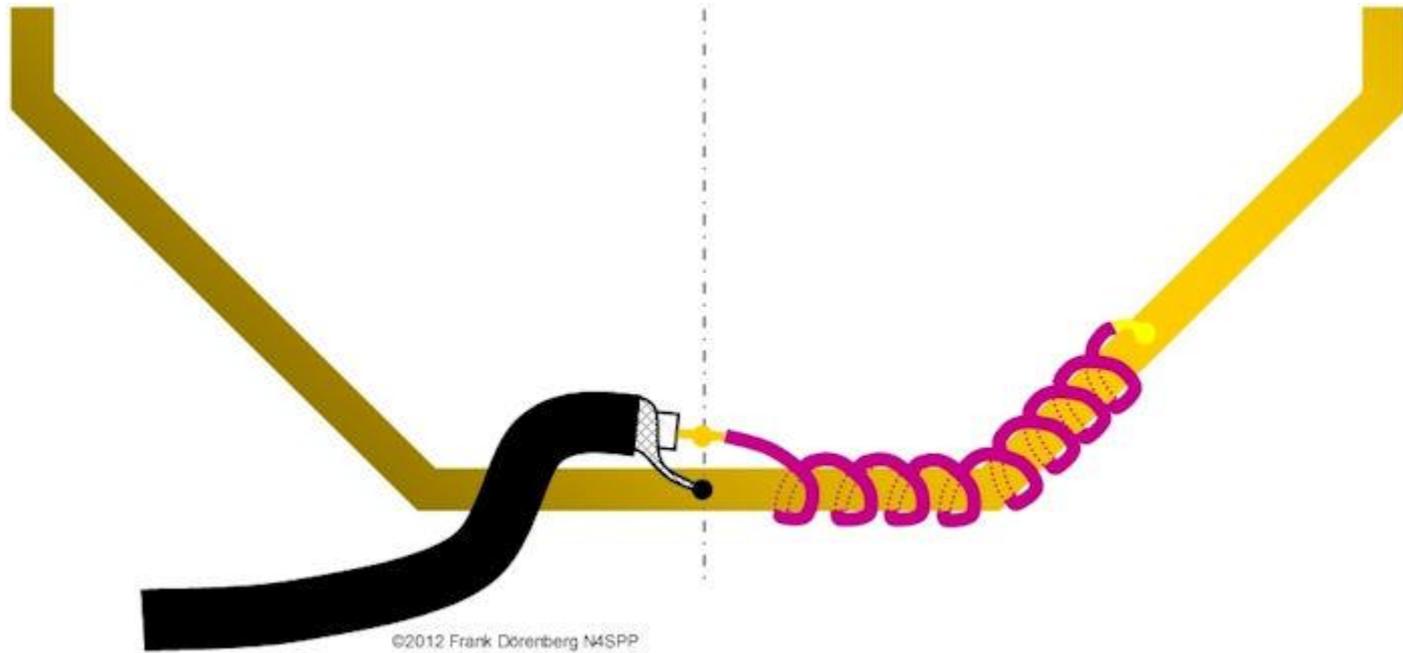
Hairpin (horquilla)

# AutoTransformador



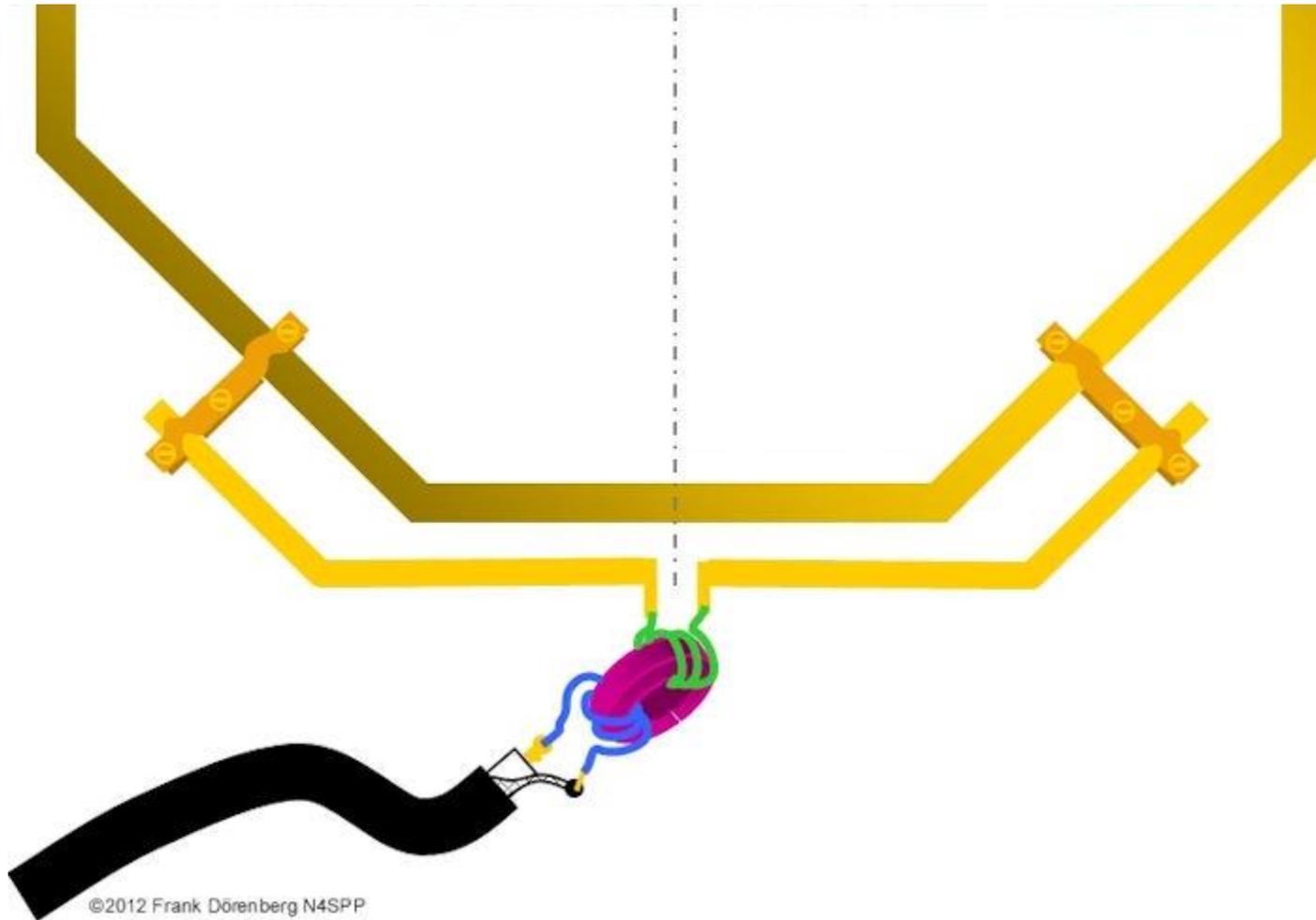
T-match

# AutoTransformador



Twisted-Gamma

# AutoTransformador



T-match con autotransformador



Condensador

# Condensador



- Es, con diferencia, la parte más difícil de fabricar de la antena
- Preparado para trabajar en voltajes de ruptura de KV
- Con rangos de capacidad muy amplios para cubrir HF

Antenna Specifications	
Loop Circumference	<input type="text" value="1"/> meters
Conductor Diameter	<input type="text" value="15"/> mm
Operating Frequency	<input type="text" value="28"/> MHz
Operating Power	<input type="text" value="5"/> watts
Bandwidth	14.4 kHz
Capacitor Value	29.2 pF
Capacitor Voltage	<input type="text" value="1.3"/> kV
Conductor Wavelength	0.098 lambda
Efficiency	34.2 %
Inductance	0.985 μH
Inductive Reactance	173.2 ohms
Loop Area	0.3 meters <sup>2</sup>
Loop Diameter	0.3 meters
Loop Q Value	1945.5 Qres
Radiation Resistance	0.015 ohms
Resistance Loss	0.029 ohms

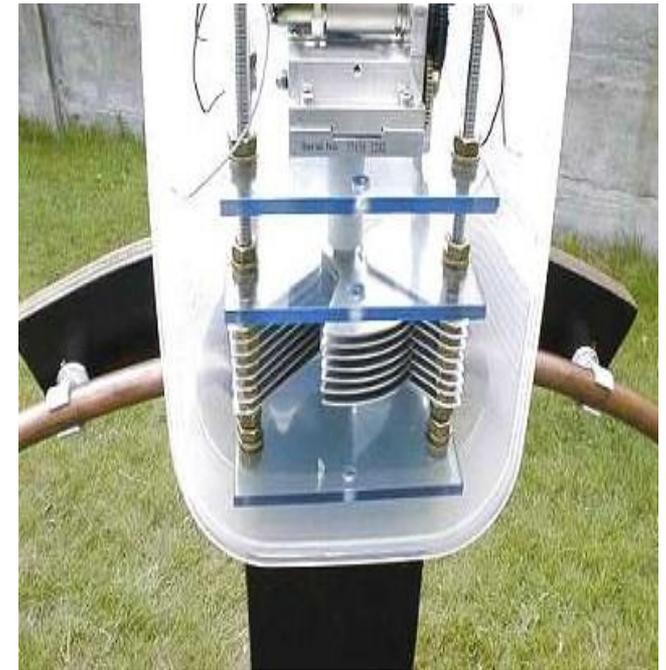
Antenna Specifications	
Loop Circumference	<input type="text" value="1"/> meters
Conductor Diameter	<input type="text" value="15"/> mm
Operating Frequency	<input type="text" value="28"/> MHz
Operating Power	<input type="text" value="100"/> watts
Bandwidth	14.4 kHz
Capacitor Value	29.2 pF
Capacitor Voltage	<input type="text" value="5.8"/> kV
Conductor Wavelength	0.098 lambda
Efficiency	34.2 %
Inductance	0.985 μH
Inductive Reactance	173.2 ohms
Loop Area	0.3 meters <sup>2</sup>
Loop Diameter	0.3 meters
Loop Q Value	1945.5 Qres
Radiation Resistance	0.015 ohms
Resistance Loss	0.029 ohms

Antenna Specifications	
Loop Circumference	<input type="text" value="1"/> meters
Conductor Diameter	<input type="text" value="15"/> mm
Operating Frequency	<input type="text" value="28"/> MHz
Operating Power	<input type="text" value="500"/> watts
Bandwidth	14.4 kHz
Capacitor Value	29.2 pF
Capacitor Voltage	<input type="text" value="13.0"/> kV
Conductor Wavelength	0.098 lambda
Efficiency	34.2 %
Inductance	0.985 μH
Inductive Reactance	173.2 ohms
Loop Area	0.3 meters <sup>2</sup>
Loop Diameter	0.3 meters
Loop Q Value	1945.5 Qres
Radiation Resistance	0.015 ohms
Resistance Loss	0.029 ohms

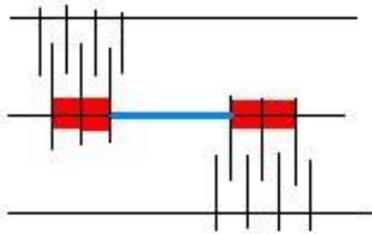
# Split Stator – Condensador Mariposa



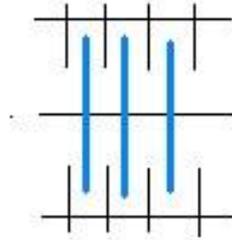
- Fáciles de auto construir
- Pensados para altas I y V
- Fáciles de controlar remotamente. No tienen tope de giro
- 3Kv/mm entre placas
- Más sensibles a climatología y humedad ambiente



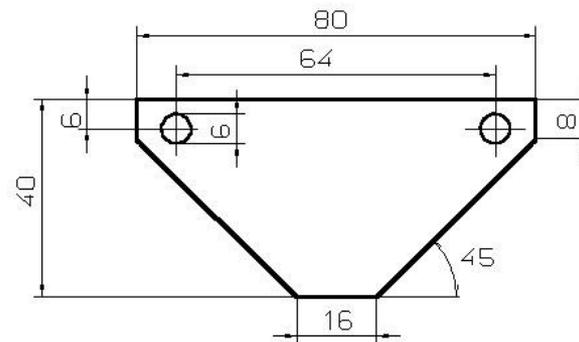
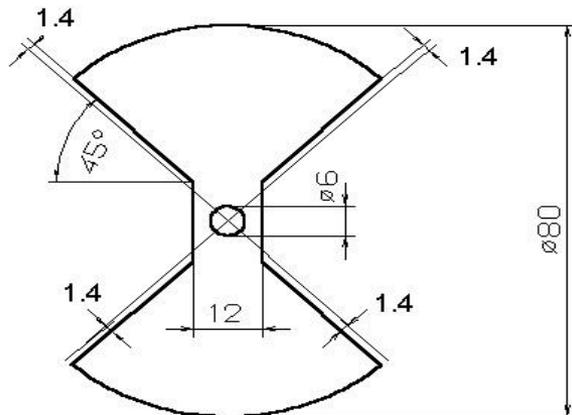
# Split Stator – Condensador Mariposa



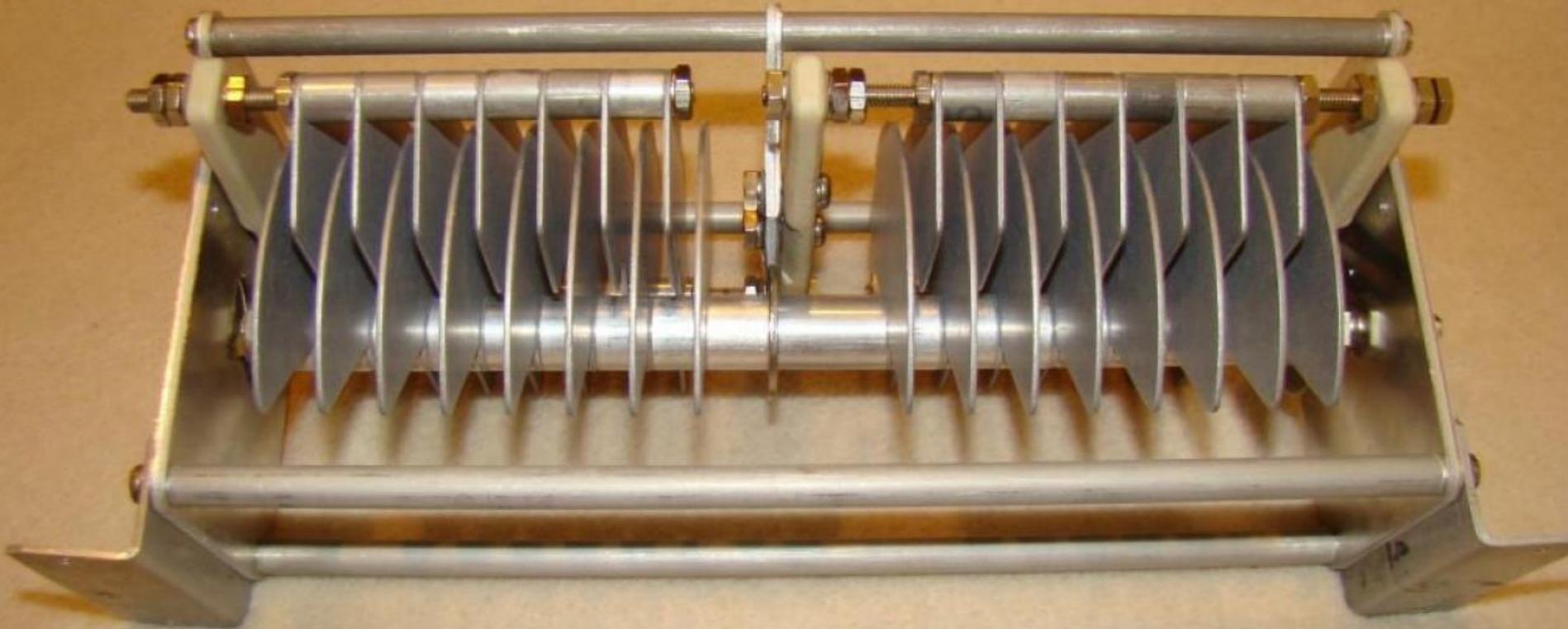
Split stator



Butterfly

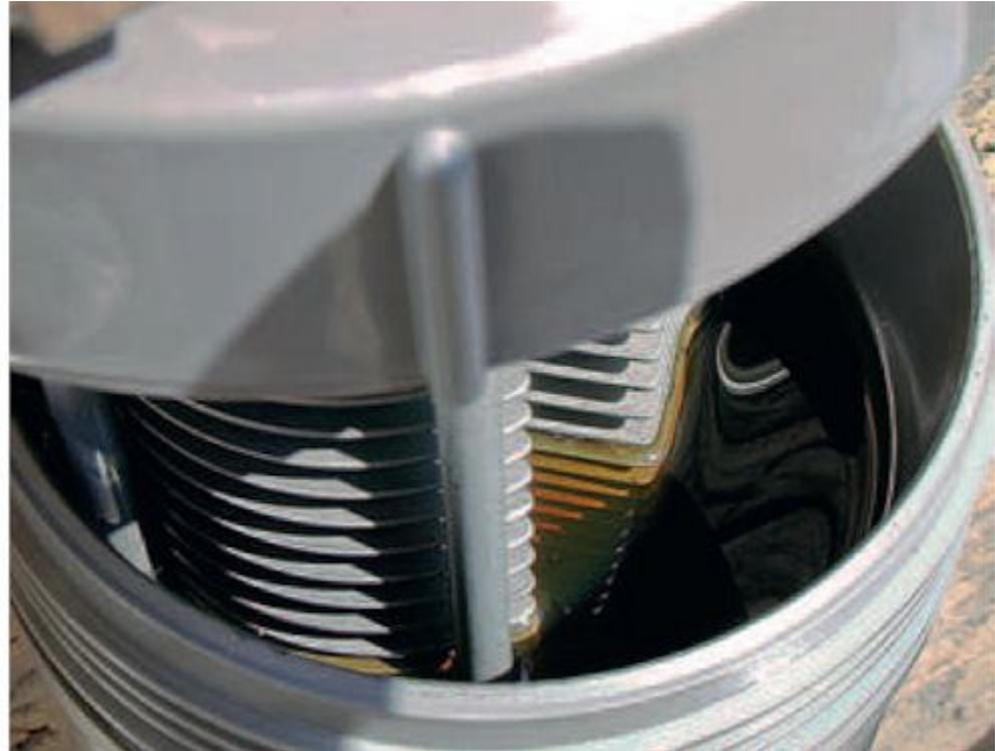


# Split Stator – Condensador Mariposa



Estátor fraccionado

# Mejoras Condensador

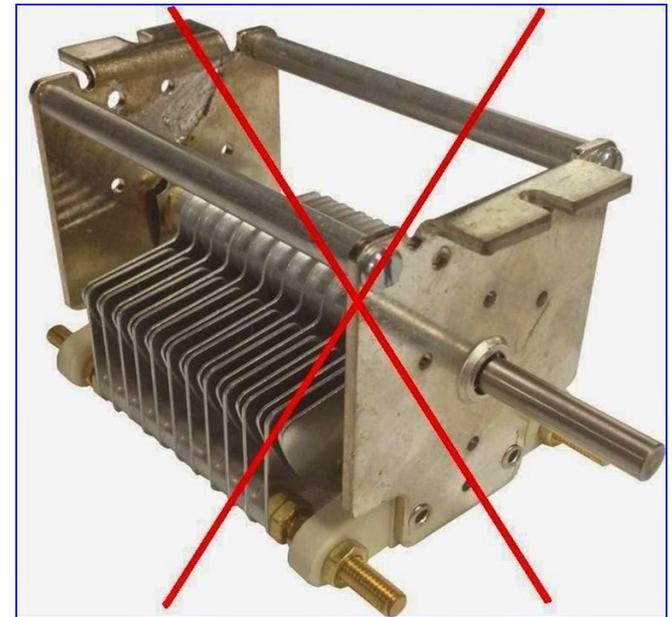


Inserción en aceite dobla capacidad y Kv

# Condensador convencional

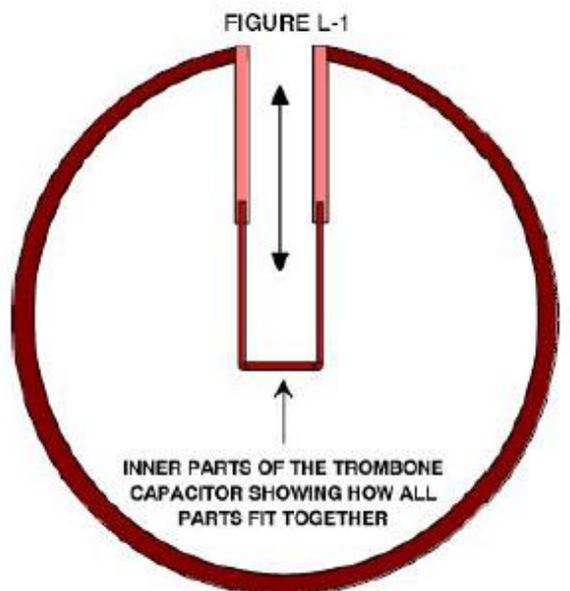


- El eje del rotor conduce RF
- El contacto por fricción introduce pérdidas inaceptables



**Nunca usar un condensador convencional de placas fijas**

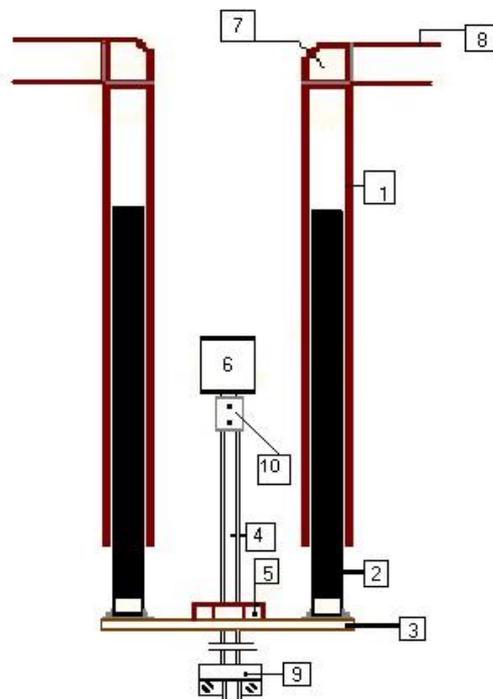
# Condensador de Trombón



INNER PARTS OF THE TROMBONE  
CAPACITOR SHOWING HOW ALL  
PARTS FIT TOGETHER

BASIC CONSTRUCTION OF A SMALL TRANSMITTING LOOP  
SHOWING THE TROMBONE CAPACITOR, LESS DRIVE  
MECHANISM AND WEATHER PROOF COVERING

~ NOT TO SCALE ~



- 1) Copper tube
- 2) Coax RG8 or 213
- 3) Double PCB
- 4) Threaded Rod 1/4"
- 5) Brass nut
- 6) Motor with reduction or stepper motor
- 7) Copper Elbow 90°
- 8) Loop
- 9) Bushing from old var resitor
- 10) Couple shaft ( PVC)

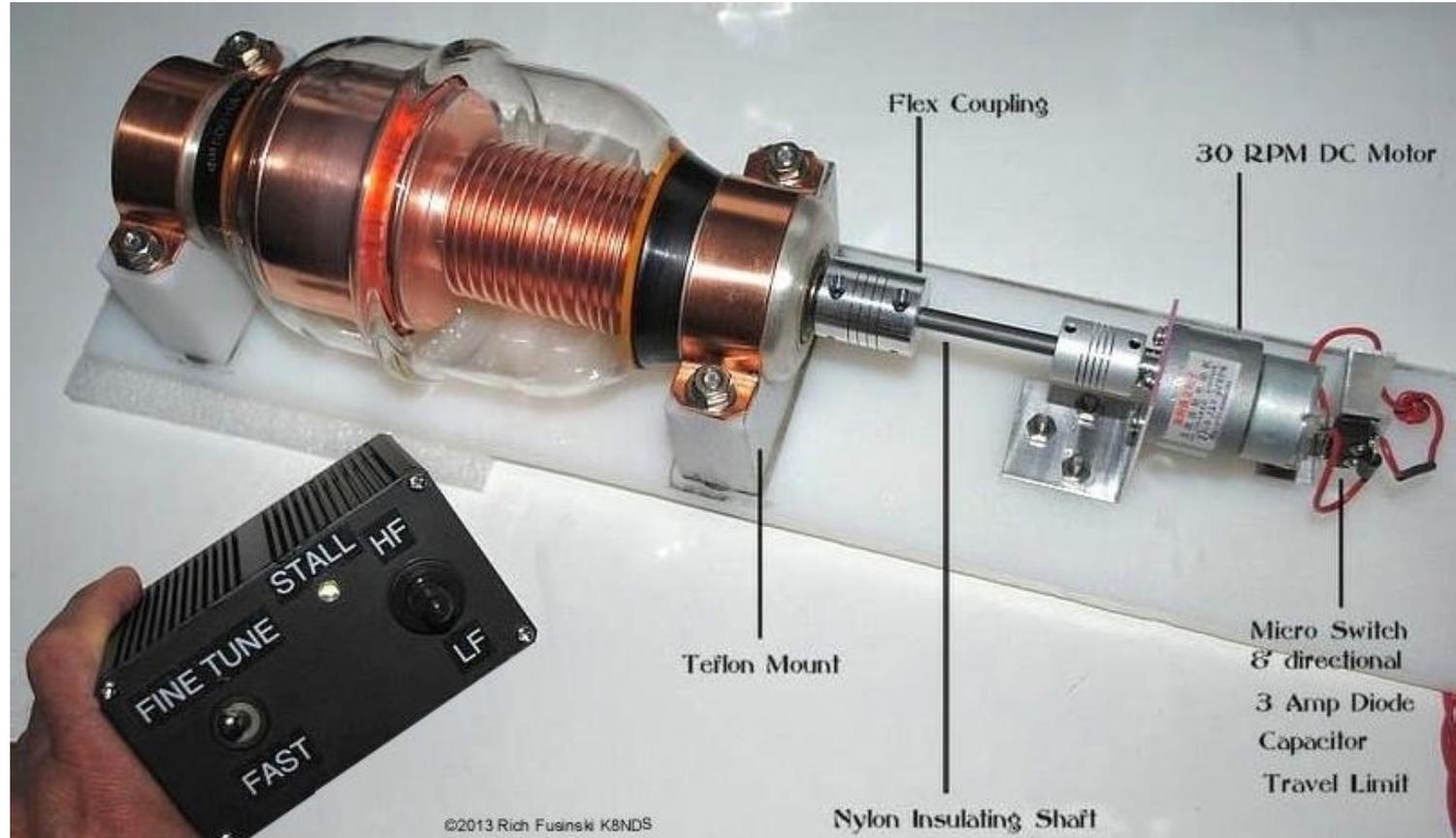
# Condensador de Vacío



- Pueden llegar a 25Kv
- Pensados para altas I y V
- Permiten un ajuste fino más sencillo al ser multivueeltas
- Más inmunes a la climatología y humedad ambiente
- Más difíciles de controlar remotamente
- Más delicados
- Difíciles de fijar



# Control Remoto



©2013 Rich Fusinski K8NDS

Nylon Insulating Shaft



# Cálculos

## Small Loop Equations for a Copper Loop

*(circular loop assumed, results may vary with other shapes)*

Radiation Resistance, Ohms:  $R_R = (3.38 \times 10^{-8})(f^2 A)^2$

Loss Resistance, Ohms:  $R_L = (9.96 \times 10^{-4})(\sqrt{f})(S/d)$

Efficiency:  $\eta = R_R / (R_R + R_L)$

Inductance, Henrys:  $L = (1.9 \times 10^{-8})S[7.353 \log_{10}(96S/\pi d) - 6.386]$

Inductive Reactance, Ohms:  $X_L = 2\pi f(L \times 10^6)$

Tuning Capacitor, Farads:  $C_T = 1/2\pi f(X_L \times 10^6)$

Quality Factor:  $Q = (f \times 10^6) / \Delta f = X_L / 2(R_R + R_L)$

Bandwidth, Hertz:  $\Delta f = (f \times 10^6) / Q = [(f_1 - f_2) \times 10^6]$

Distributed Capacity, pF:  $C_D = 0.82S$

Capacitor Potential, Volts:  $V_C = \sqrt{P X_L Q}$

Capacitor Voltage Rating: 75,000V/in

# Cálculos Generales



## Small Magnetic Loop Antenna Calculator ver. 1.22a

by Steve Yates

AA5TB

[aa5tb@yahoo.com](mailto:aa5tb@yahoo.com)

Updated April 28, 2009

Input the following parameters:

<b>Design Frequency =</b>	<b>28,000</b> MHz	
<b>Loop Diameter =</b>	<b>4,750</b> feet	<b>1,448</b> m
<b>Conductor Diameter =</b>	<b>0,590</b> inches	<b>14,986</b> mm
<b>Added Loss Resistance =</b>	<b>42,000</b> milliohms	
<b>RF Power =</b>	<b>500,000</b> Watts	

Calculated Results:

<b>Bandwidth =</b>	<b>506,450</b> kHz (-3 dB points)	
<b>Efficiency =</b>	<b>97,383</b> %	<b>-0,115</b> dB
<b>Loop Area =</b>	<b>17,721</b> ft <sup>2</sup>	<b>1,646</b> m <sup>2</sup>
<b>Radiation Resistance =</b>	<b>6523,836</b> mΩ	
<b>Total Loss Resistance =</b>	<b>175,300</b> mΩ	
<b>Loop Circumference =</b>	<b>14,923</b> ft	<b>4,548</b> m
<b>Wavelength Percentage =</b>	<b>42,481</b> % λ	
<b>Loop Inductance =</b>	<b>4,210</b> μH	
<b>Distributed Capacitance =</b>	<b>12,237</b> pF	
<b>Q (Quality Factor) =</b>	<b>55,287</b>	
<b>Tuning Capacitor =</b>	<b>7,673</b> pF	
<b>Capacitor Voltage =</b>	<b>4525,126</b> V	
<b>Minimum Plate Spacing =</b>	<b>60,335</b> mils (1/1000 in)	<b>1,533</b> mm

**AA5TB**

KI6GD - Magnetic Loop Antenna Calculator - v1.6 (c)2003

Antenna Specifications

- Loop Circumference: 1 meters
- Conductor Diameter: 15 mm
- Operating Frequency: 28 MHz
- Operating Power: 100 watts
- Bandwidth: 14.4 kHz
- Capacitor Value: 29.2 pF
- Capacitor Voltage: 5.8 kV
- Conductor Wavelength: 0.098 lambda
- Efficiency: 34.2 %
- Inductance: 0.985 μH
- Inductive Reactance: 173.2 ohms
- Loop Area: 0.3 meters<sup>2</sup>
- Loop Diameter: 0.3 meters
- Loop Q Value: 1945.5 Qres
- Radiation Resistance: 0.015 ohms
- Resistance Loss: 0.029 ohms

Units:  Standard  Metric

Shape:  Octagon  Circle  Square

Material:  Copper  Aluminum

Buttons: Calculate, Save, Help, Exit

**KI6GD**

# Cálculos Generales



## Magnetic Loop Antenna Calculator • 66pacific.com

Small transmitting loop antennas, commonly called "magnetic loops" or "mag loops," can give surprisingly good performance when they are carefully constructed. This calculator enables you to test the design of an octagonal loop antenna and to answer "what if" questions until you arrive at a design needs.

ADD THIS

[Home](#)

[Calculators](#)

- [Coil Inductance](#)
- [Toroid Winding](#)
- [Wire Gauge & Diameter](#)
- [Magnetic Loop Antennas](#)
- [Capacitance \(Capacitor Design\)](#)
- [Capacitive Reactance \(Xc\)](#)
- [Inductive Reactance \(XL\)](#)
- [Body Mass Index \(BMI\) Calculator](#)

[The pH Pages](#)

- [The Simplest Possible pH Meter](#)
- [Build a pH Meter and Controller](#)
- [Buying a pH Meter](#)
- [pH Meter Calibration & Care](#)

[CO2 & the Planted Aquarium](#)

[Recommended Books](#)

[Recommended Software](#)

**Length of Conductor (antenna "circumference")**  
 meters

**Diameter of Conductor**  
(For efficiency, should be > 3/8" or 1 cm)  
 centimeters

**Frequency**  
 megahertz

**Transmitter Power (optional)**  
 Watts

**Units of Measurement**

English (feet and inches)

Metric (meters and centimeters)

**To use the calculator:**

1. Choose the units of measurement, English or metric.

**RESULTS:**

Antenna efficiency: 78% (-1.1 dB below 100%)  
Antenna bandwidth: 97.7 kHz  
Tuning Capacitance: 33 pF

Capacitor voltage: 2,236 volts RMS  
Resonant circulating current: 9.62 A  
Radiation resistance: 0.421 ohms  
Loss Resistance: 0.119 ohms  
Inductance: 1.76 microhenrys  
Inductive Reactance: 233 ohms  
Quality Factor (Q): 215  
Distributed capacity: 8 pF

Antenna "circumference": 3.14 meters

Side length: 0.393 meters

Antenna diameter: 0.9 meters

**Comments:**

The specified conductor length of 3.14 meters is OK.

**Conductor length should be between 1.73 and 3.46 meters at the specified frequency of 21 MHz.**



# Referencias y Autorizaciones

# Agradecimientos



– Frank Dörember, N4SPP

– Leigh Turner, VK5KLT

Por autorizarme expresamente a utilizar su material y sus publicaciones al respecto

– Jose Manuel Ranz, EA4UT

– Santos Rodriguez, EA4AK

Por revisar la presentación

Muchas gracias a todos



EA4AD

Jesús Ranz Abad

ea4ad@ure.es