

ANALIZADORES DE ANTENAS

conceptos básicos y circuitos de medida



Joan Morros - Eduardo Alonso

EA3FXF – EA3GHS

EA QRP CLUB

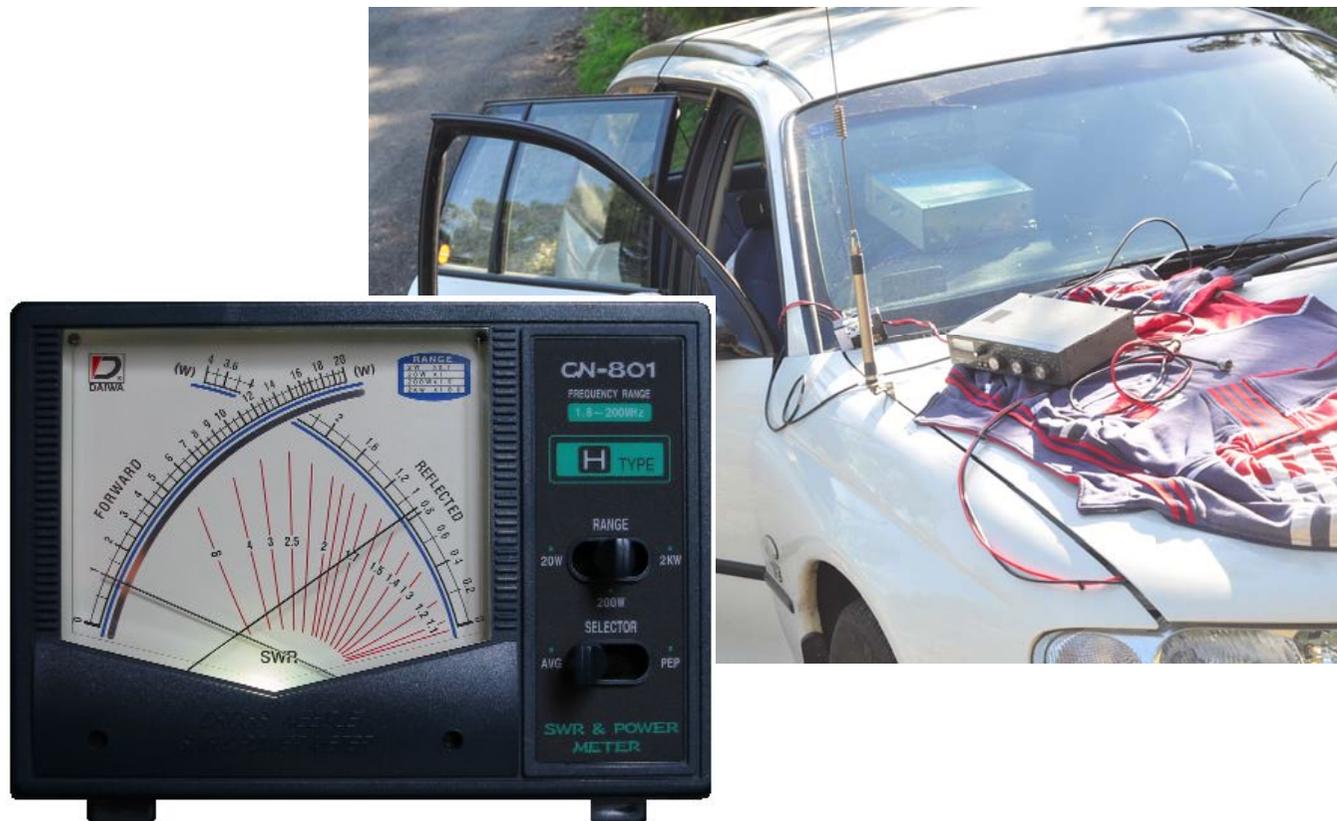
sinarcas 2011

índice

- motivación
- conceptos
 1. esquema básico
 2. medida con óhmetro
 3. coeficiente de reflexión
 4. animación
 5. coeficiente de reflexión de un dipolo
 6. ROE e impedancia
 7. efectos de la reflexiones
 8. aplicaciones
- circuitos
 1. problema: onda incidente y reflejada superpuestas
 2. puente reflectométrico
 3. procedimiento de ajuste
 4. circuito detector
 5. analizador de antenas: sistema completo
 6. analizador de antena con generador de ruido y receptor
 7. acoplador direccional
- miscelánea
- bibliografía

motivación

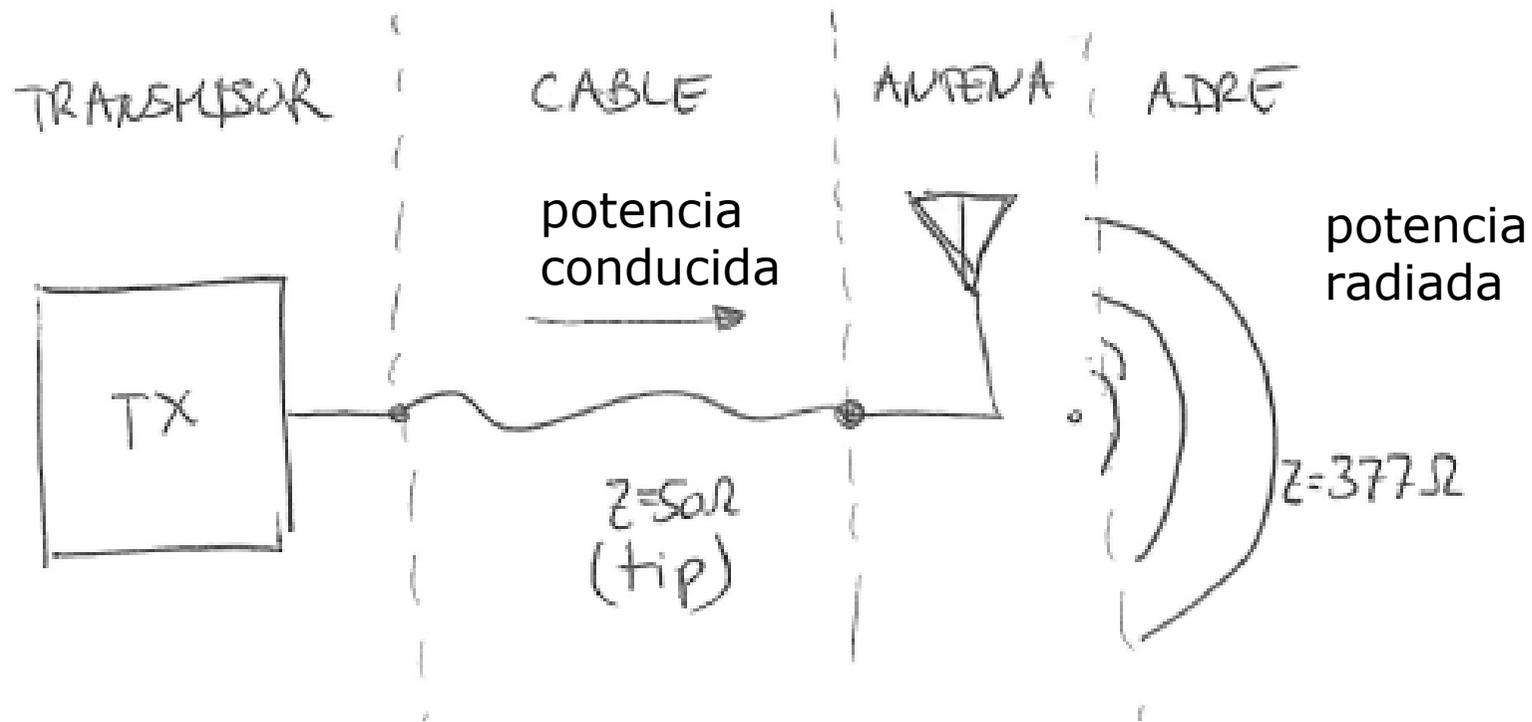
- ❑ ¿que ocurre cuando medimos la ROE de una antena?
- ❑ ¿que interpretación tiene esta medida?
- ❑ ¿que circuitos me permiten medir la ROE de una antena?



conceptos

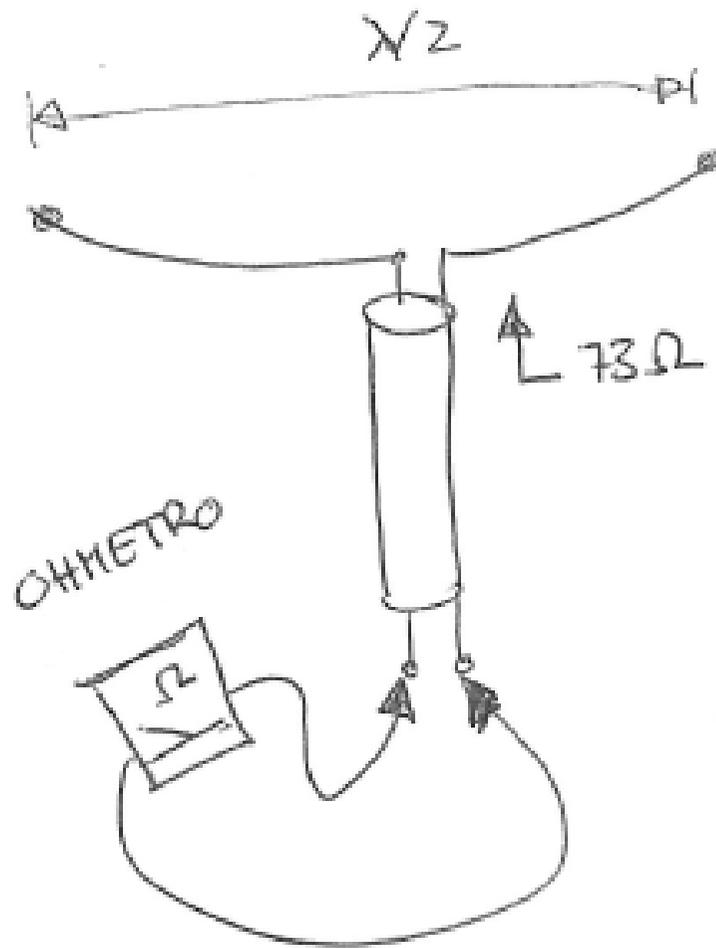
1. esquema básico
2. medida con óhmmetro
3. coeficiente de reflexión
4. animación
5. coeficiente de reflexión de un dipolo
6. ROE e impedancia
7. efectos de la reflexiones
8. aplicaciones

esquema básico



- la antena transforma el medio de propagación de la energía de conducido (cable) a radiado (aire)
- ¿cuanto eficiente es esta transformación? → proporcional al coeficiente de reflexión

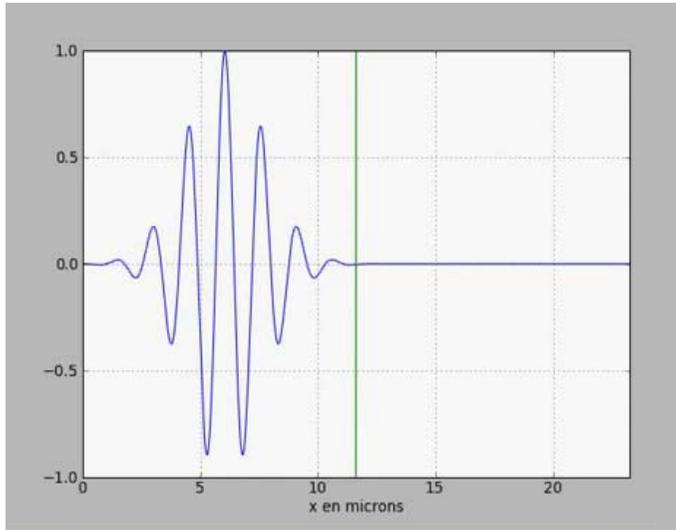
medida con un óhmmetro



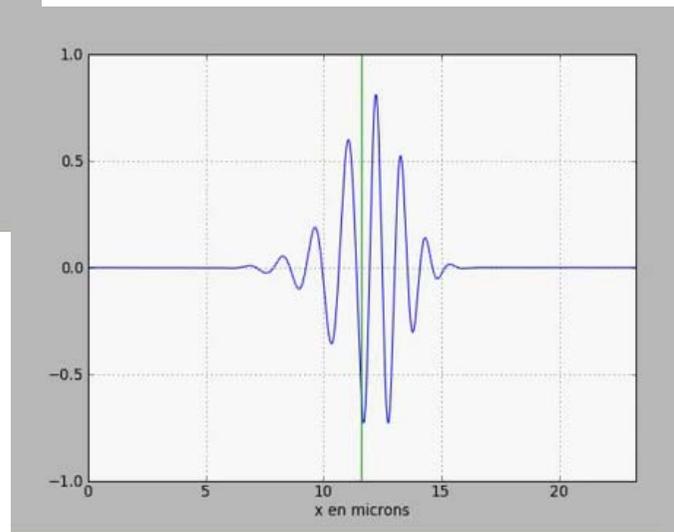
- es conocido que un dipolo tiene una $R_{rad}=73\Omega$
- un ohmmetro mide en corriente continua ($f=0\text{Hz}$)
- en 0Hz , el dipolo se comporta como un circuito abierto $R_{ant}=\infty$
- el dipolo se ha de medir en la frecuencia de trabajo, por ejemplo 7000 kHz
- en corriente alterna de alta frecuencia es mas fácil medir potencia que medir resistencia directamente

animación

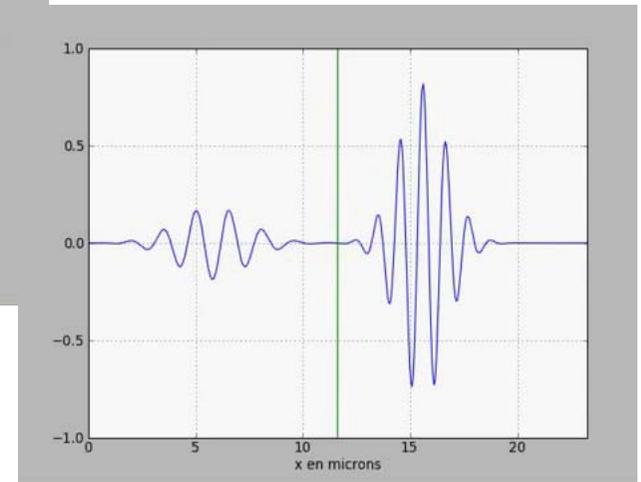
cable ← → aire



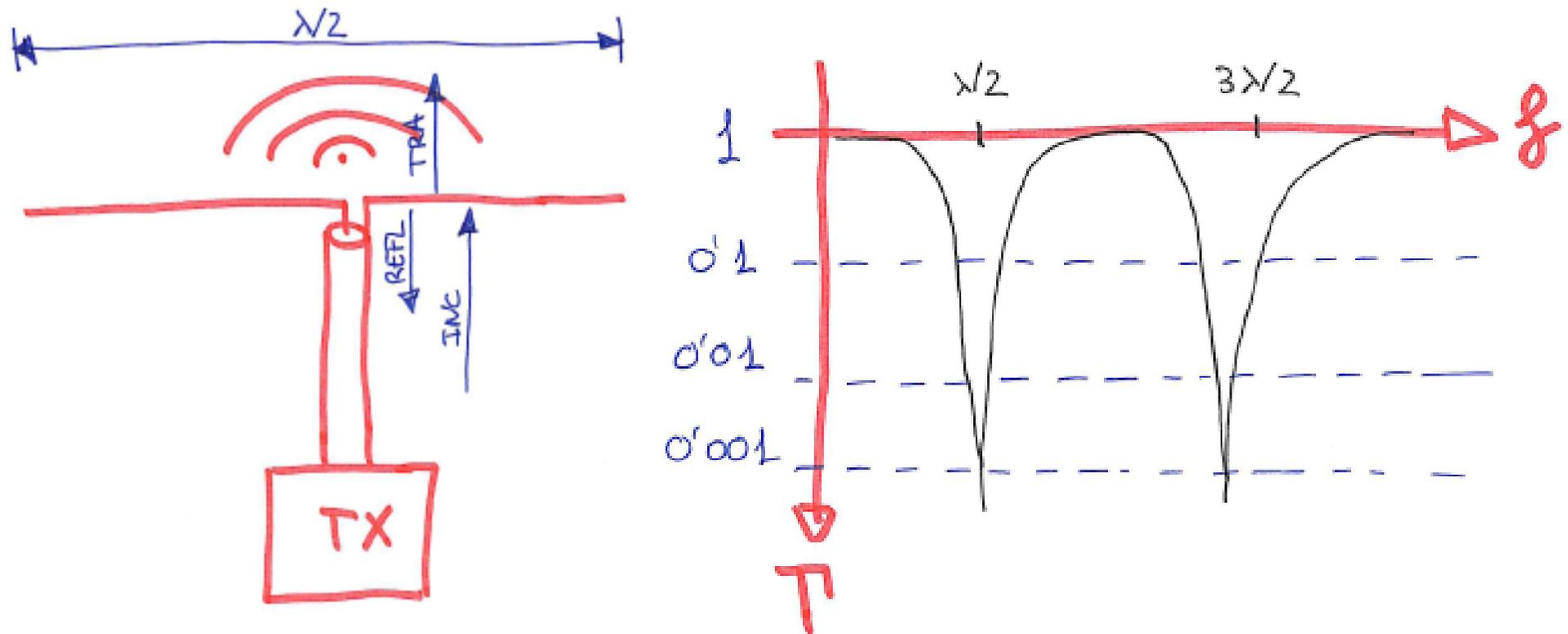
cable ← → aire



cable ← → aire



coeficiente de reflexión de un dipolo



si barremos en frecuencia y medimos coeficiente de reflexión, se observan unos puntos "calientes":
en 3.5 14, 28,... MHz (si longitud dipolo = 40 metros)

ROE e impedancia

- relación de ondas estacionarias: $ROE = |(1+\Gamma)/(1-\Gamma)|$
- impedancia de antena: $\Gamma = (Z-Z_0)/(Z+Z_0)$

Γ	Γ/dB	ROE	%PREF	%PTRA	ZANT
0.002	-26.4	1.1	0.2	99.8	
0.040	-14	1.5	4	96	
0.112	-9.5	2	11	89	
0.251	-6	3	75	25	
0.794	-1	18	80	20	
1.000	0	INF	100	0	

efectos de las reflexiones

- una antena con coeficiente de reflexión elevado
 - la potencia reflejada calienta al transmisor
 - si temperatura muy elevada se quemaran los transistores de salida del transmisor
 - la potencia transmitida es menor
 - el receptor nos escuchará con dificultad
- el problema existe también usando la antena en recepción
 - una antena con coeficiente de reflexión elevado,
 - parte de la energía que llega a nuestra antena es rechazada (reflejada) y
 - parte es transmitida hacia el cable coaxial y receptor

aplicaciones

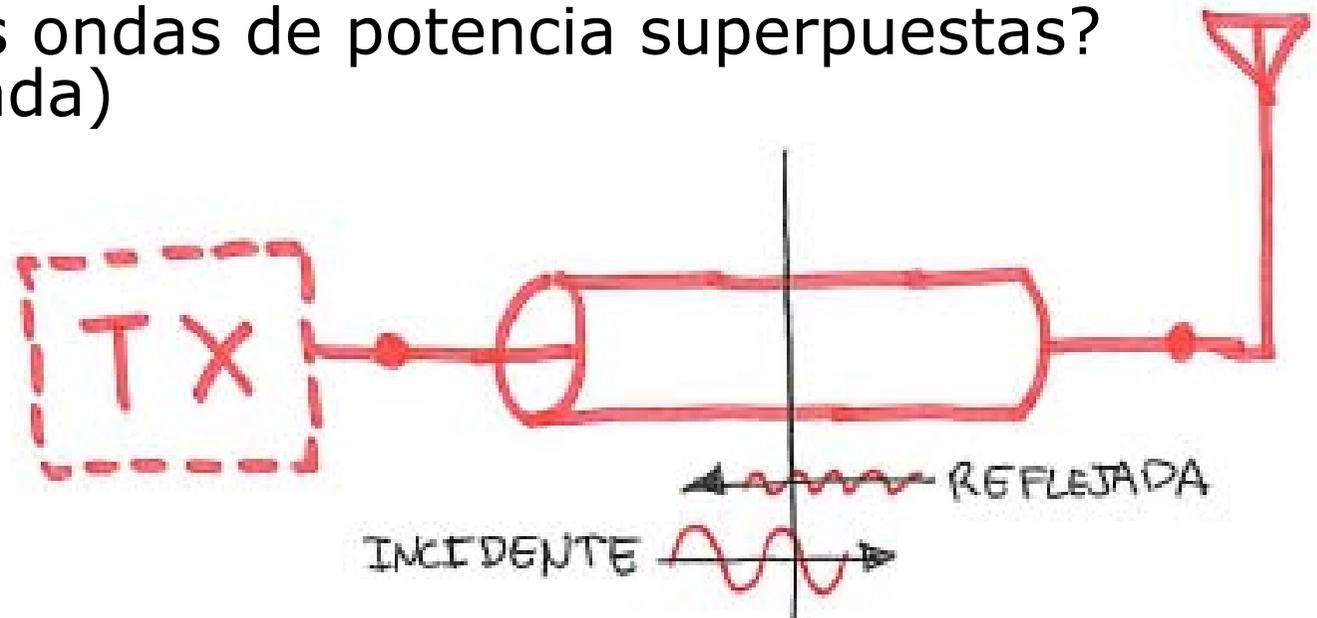
- Medida de antenas
 - Medida de la SWR
 - Ajuste de un acoplador de antenas
 - Frecuencias de resonancia de un dipolo, loop, hilo largo ...
 - Impedancia de una antena window (varia según altura)
 - Medida de la resistencia de pérdidas de una antena vertical: mejora de la eficiencia de radiación
 - ...
- Medida de componentes
 - Inductancia, capacidad
 - Parámetros de una línea de transmisión
 - Parámetros de un cristal de cuarzo
 - Q de un circuito resonante
 - Ajuste de un circuito resonante
 - Medida de redes de acoplo
 - ...

circuitos de medida

1. problema: onda incidente y reflejada superpuestas
2. puente reflectométrico
3. procedimiento de ajuste
4. circuito detector
5. analizador de antenas: sistema completo
6. analizador de antena con generador de ruido y receptor
7. acoplador direccional

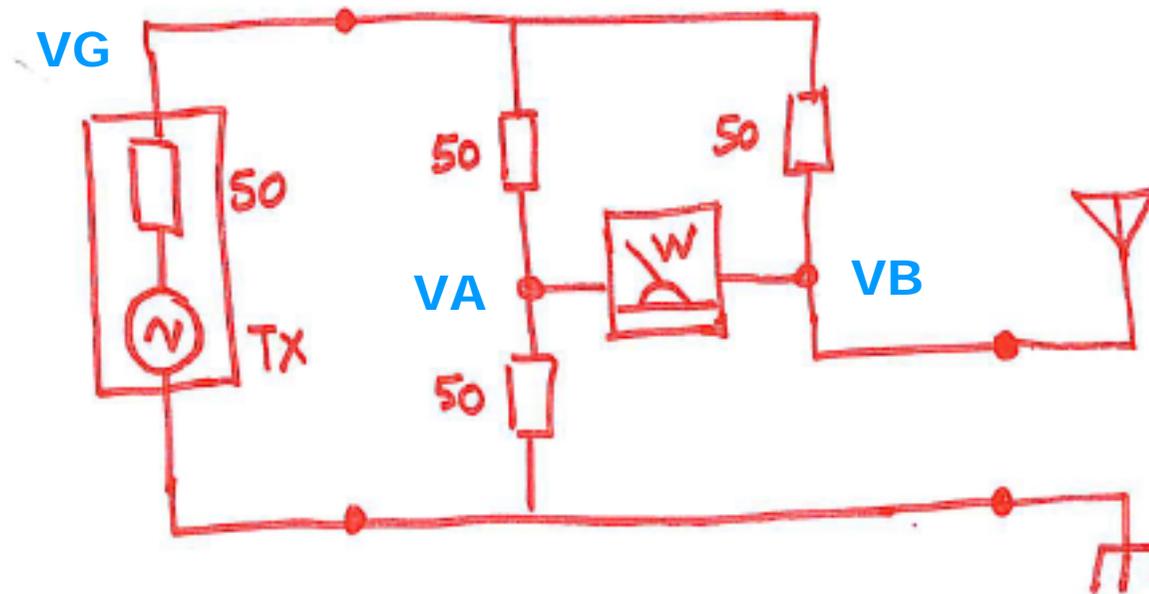
problema

¿cómo separar dos ondas de potencia superpuestas?
(incidente y reflejada)



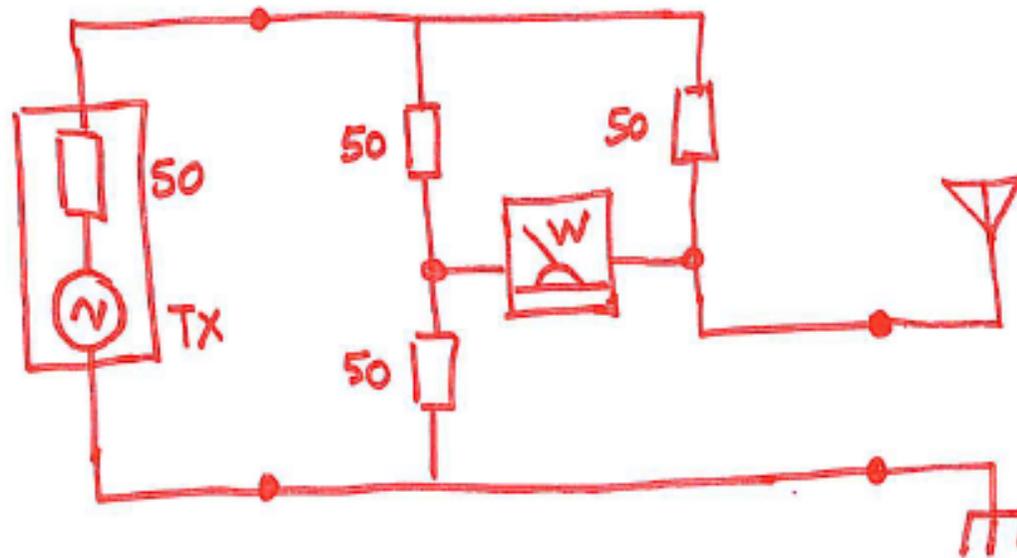
- puente reflectométrico (swr bridge)
 - LF, MF, HF, VHF
 - basado en el puente de Wheatstone
 - introduce pérdidas al realizar la medida
- acoplador direccional (directional coupler)
 - HF, VHF, UHF, SHF
 - astuta variante del puente reflectométrico sustituyendo resistencias por transformadores
 - permite realizar medidas con pocas pérdidas
 - (sin quitar potencia al transmisor para realizar la medida)

punte reflectométrico



- 3 resistencias y un watímetro
 - de valores próximos a la impedancia de la antena $Z=50\Omega$
 - indicación del medidor proporcional a la potencia reflejada
- $R_1=R_2=50\Omega \rightarrow V_A=V_G/2$
- si $R_3=Z_{ant}=50\Omega \rightarrow V_B=V_G/2 \rightarrow V_A-V_B=0 \rightarrow P_{AB}=0 \rightarrow P_{refl}=0 \rightarrow \Gamma=0 \rightarrow$ puente equilibrado
- si $Z_{ant} \neq 50\Omega \rightarrow V_B \neq V_G/2 \rightarrow V_A-V_B \neq 0 \rightarrow P_{AB} > 0 \rightarrow P_{refl} > 0 \rightarrow \Gamma > 0 \rightarrow$ puente desequilibrado

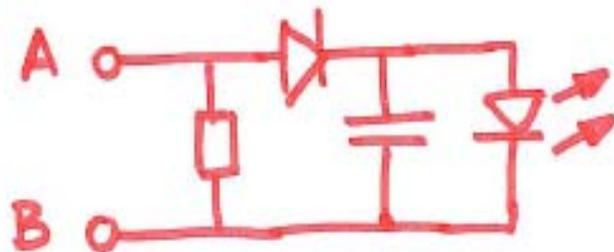
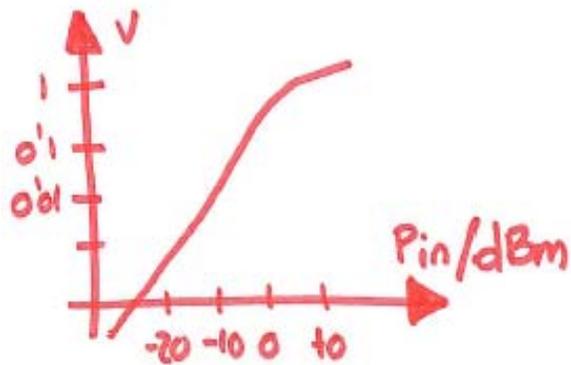
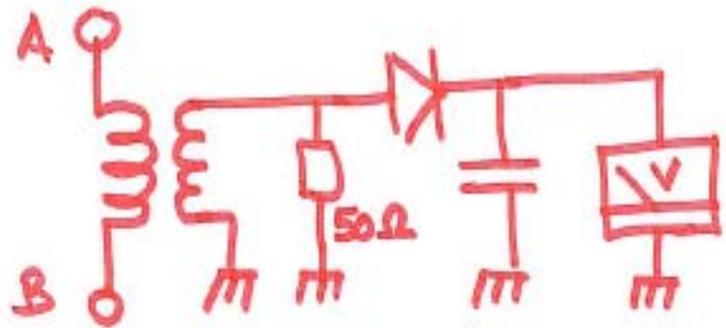
puente reflectométrico, ajuste



procedimiento

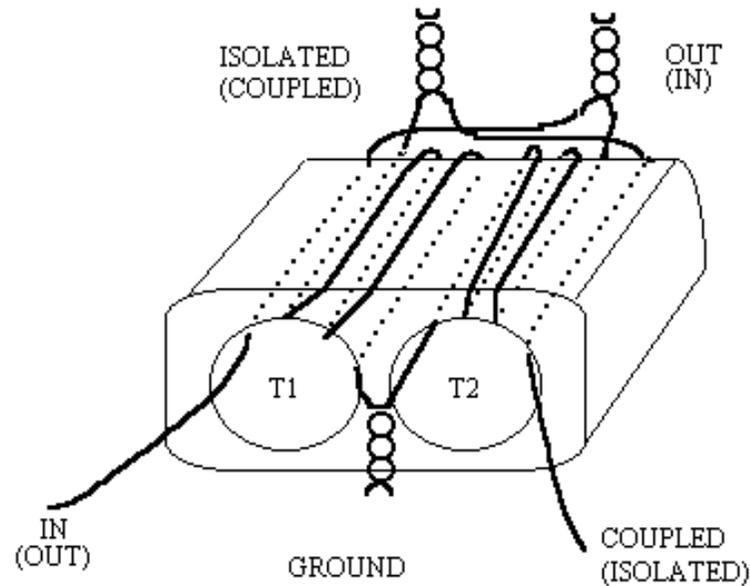
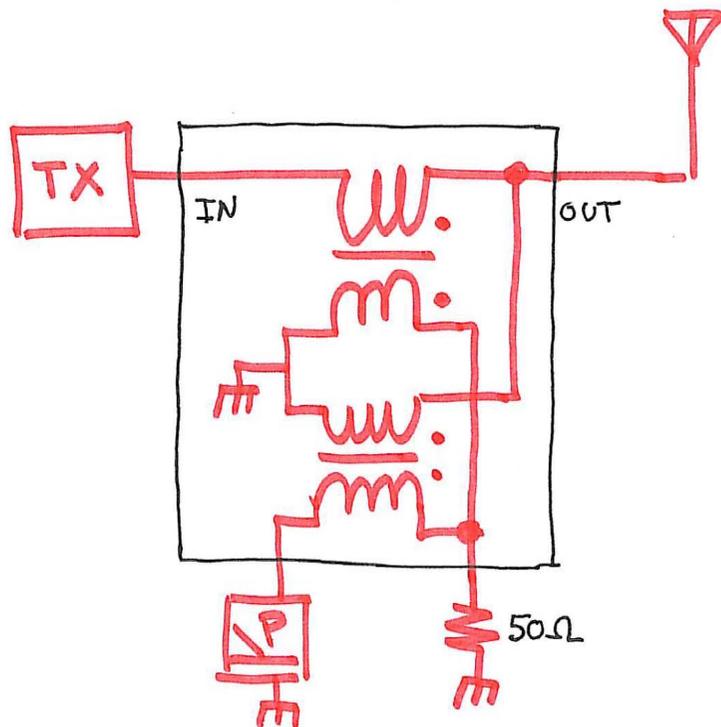
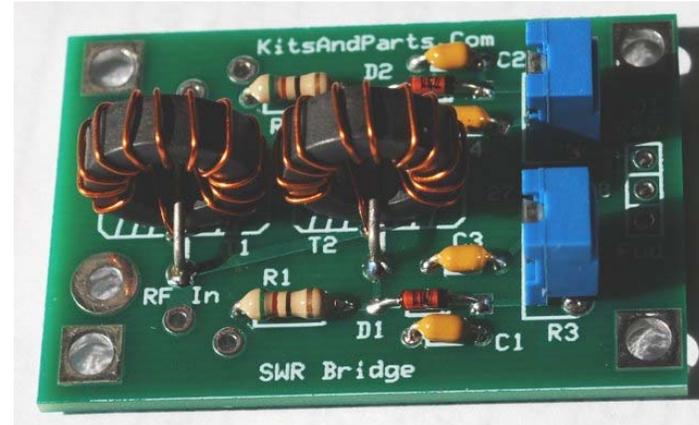
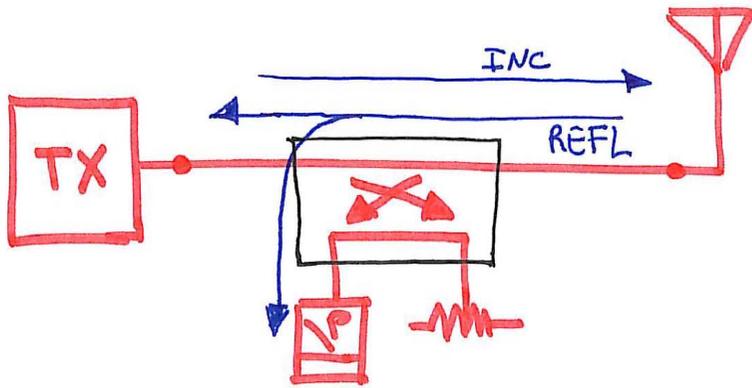
- se desconecta la antena ($Z_{ant} = \infty$)
- toda la potencia incidente es reflejada ($P_{inc} = P_{ref}$)
- la lectura del instrumento es $P_{incidente}$
- se conecta la antena
- la lectura del instrumento es $P_{reflejada}$
- $\Gamma = \text{coeficiente de reflexión} = P_{reflejada} / P_{incidente}$

circuitos detectores: watímetro



- con un diodo y un voltímetro
- con un LED (ideal para detectar el paso por un mínimo)
 - +luz +potencia reflejada
 - luz -potencia reflejada
- con el smeter de un receptor

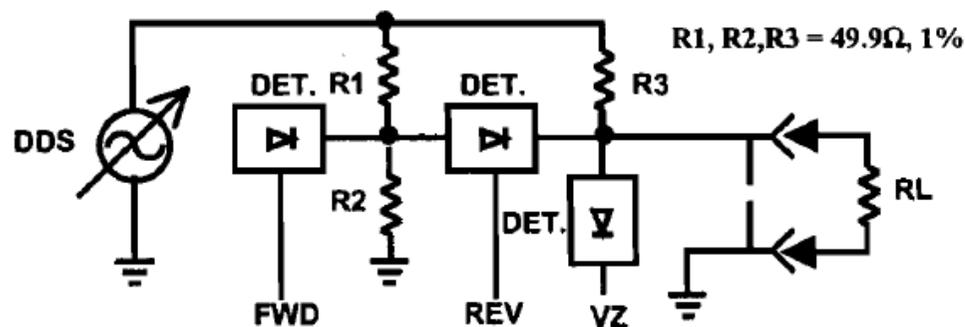
acoplador direccional



miscelánea

□ impedancia=resistencia+reactancia

ojo: no es necesario conocer R,X para operar, solo igualar Z_{ant} a $R_{rad}+R_{per}$



$$SWR = (FWD + REV) / (FWD - REV)$$

$$Z = 50 * VZ / (FWD - VZ)$$

R

$$= (2500 + Z^2) * SWR / (50 * (SWR^2 + 1))$$

V = CODE / (Z * 0.001)

7.1598 MHz 3.6
Rs=153 Xs= 62 S_R^W

□ analizador de redes

- antena=circuito 1 puerto
- amplificador = circuito 2 puertos
- mezclador = circuito 3 puertos

bibliografia

- EMRFD (ARRL)
- POZAR

- AA5TB
- KD1JV
- DG8SAQ
- VK2ZAY
- N2APB/N2CX (antenna analyzer)
- Sam Wetterlin
- Michael Angelis

