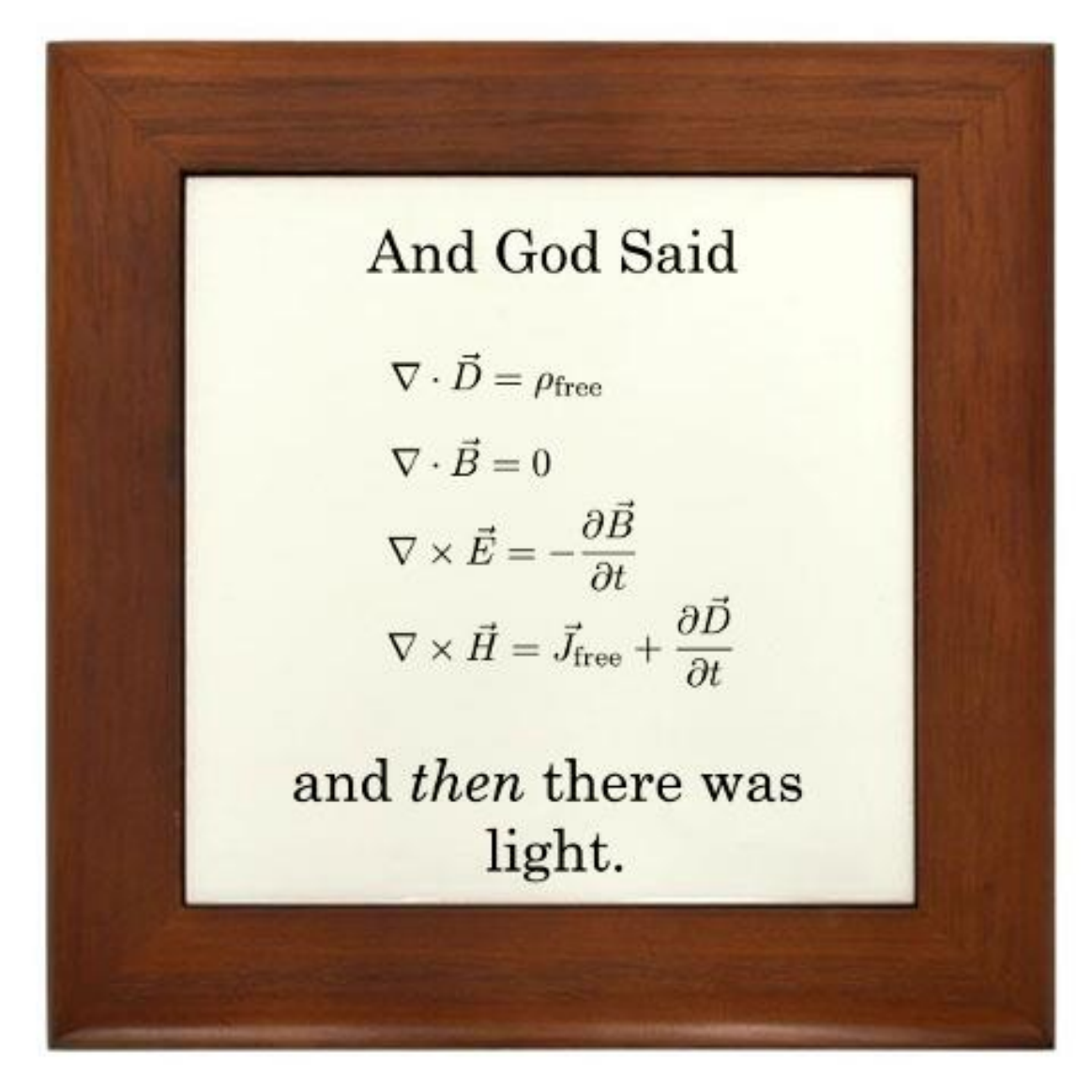


James Clerk Maxwell

ANALIZZATORE DI RETI VETTORIALE (VNWA)

Prof. Dr. Thomas C. Baier, DG8SAQ

University of Applied Sciences, Ulm, Germany

TEORIA E PRATICA

Giuseppe Gristina, I0FTG

Mario Armando Natali, I0NAA

13 Febbraio , 2010

ANALIZZATORE DI RETI VETTORIALE (VNWA) DI DG8SAQ

SOMMARIO

- Introduzione
- Concetti di base
- Cosa e’ un analizzatore vettoriale
- Il VNWA
- DEMO

ANALIZZATORE DI RETI VETTORIALE (VNWA) DI DG8SAQ

NOMENCLATURA

dB

dB e' una abbreviazione per decibels . E' una espressione matematica che rappresenta il rapporto fra due grandezze

Potenza RF

Puo' essere potenza in trasmissione o potenza in ricezione. Si esprime in Watt , in dBW (usata per misurare la potenza effettivamente irradiata ERP) o in dBm

dBm= 10xLog(Pmw) ---→ 1 Watt = 1000 mW= 30dBM

dBw= 10xLog(PW) ----→ 1 Watt = 0dBW

Attenuazione

Si misura in dB e rappresnta il rapporto fra la potenza incidente in un DUT e la potenza in uscita. Se in un sistema si perde meta' della potenza l'attenuazione sara' di 3dB

Resistenza

La resistenza elettrica è una *grandezza fisica scalare* che misura la tendenza di un conduttore di opporsi al passaggio di una corrente elettrica quando è sottoposto ad una tensione. Questa opposizione dipende dal materiale con cui è realizzato, dalle sue dimensioni e dalla sua temperature. Uno degli effetti del passaggio di corrente in un conduttore è il suo riscaldamento (effetto joule).

Impedenza

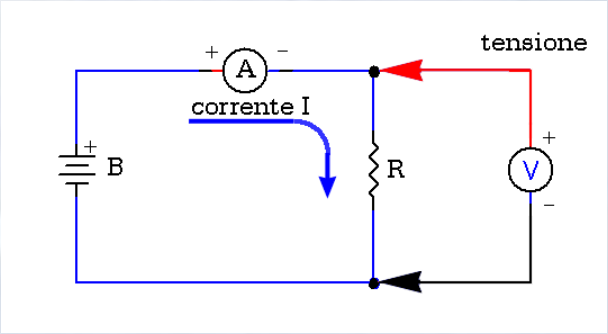
L'impedenza è una *grandezza fisica vettoriale* che rappresenta la forza di opposizione di un bipolo al passaggio di una corrente elettrica alternata. È esprimibile come numero complesso ed è data dal rapporto tra il fasore della tensione il fasore della corrente.

ANALIZZATORE DI RETI VETTORIALE (VNWA) DI DG8SAQ

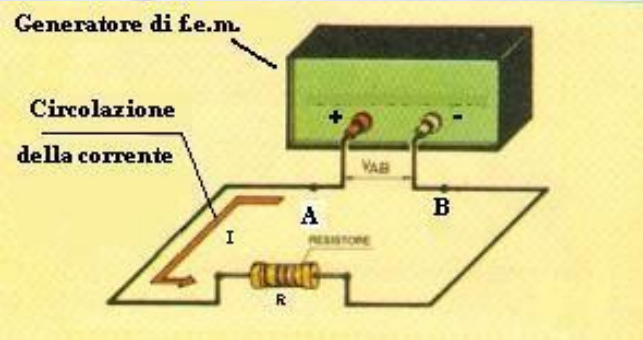
LA (prima) LEGGE DI OHM

LEGGE DI OHM

A temperatura costante vi è proporzionalità diretta tra la differenza di potenziale applicata agli estremi di un conduttore e l'intensità della corrente che lo attraversa. Il coefficiente di proporzionalità è la **resistenza** del conduttore.



R = V / I

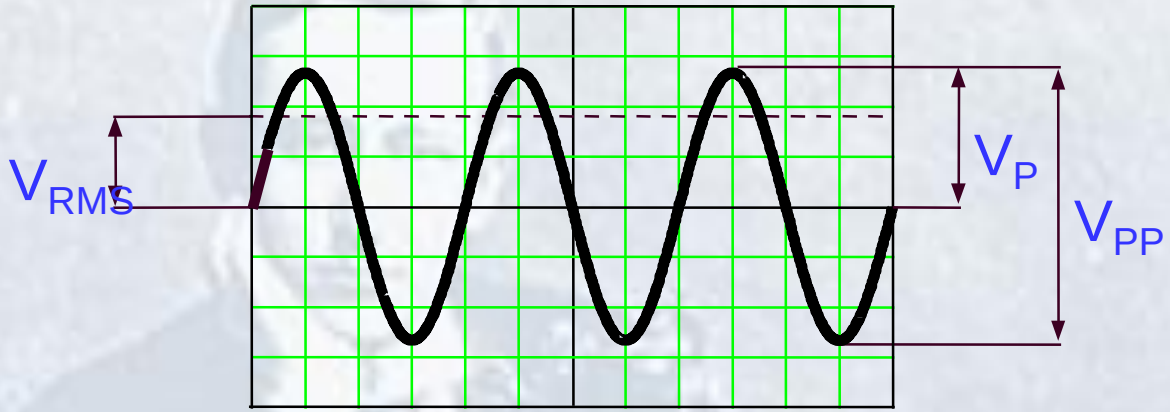


PERCHE' NON POSSO MISURARE UNA ANTENNA CON UN MULTIMIETRO ?

ANALIZZATORE DI RETI VETTORIALE (VNWA) DI DG8SAQ

LA LEGGE DI OHM IN REGIME SINUSOIDALE

PERCHE' LE ANTENNE SONO SOTTOPOSTE A REGIME SINUSOIDALE !!!

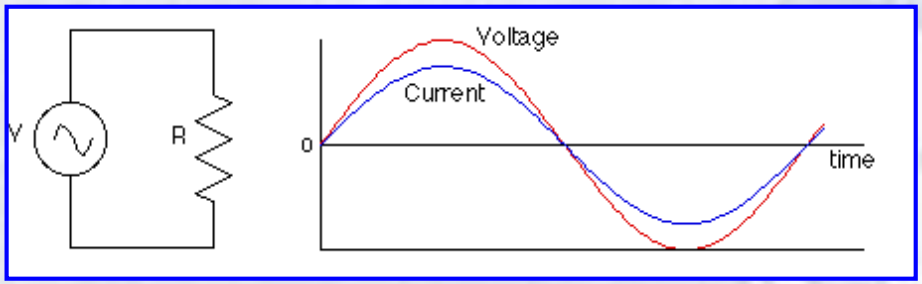


$$V_{RMS} = 0.707\ V_P \qquad V_P = 1.414\ V_{RMS}$$

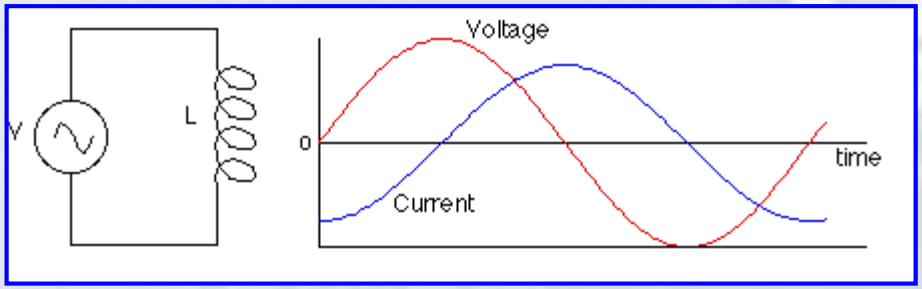
L'impedenza è una grandezza fisica vettoriale che rappresenta la forza di opposizione di un bipolo al passaggio di una corrente elettrica alternata. Si esprime come numero complesso ed è data dal rapporto tra il fasore della tensione e il fasore della corrente. Comunemente è indicata con Z e la sua unità di misura è sempre l'ohm.

ANALIZZATORE DI RETI VETTORIALE (VNWA) DI DG8SAQ

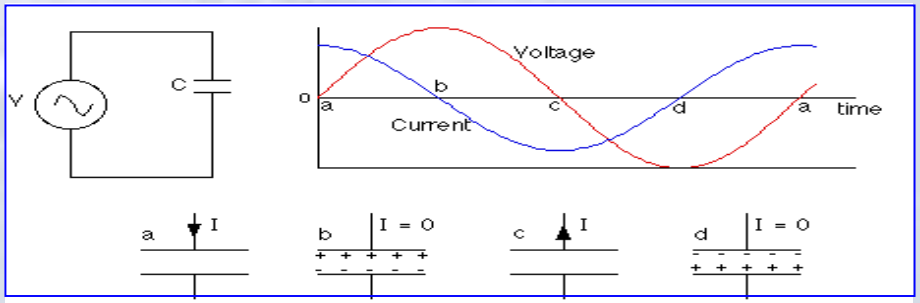
LA LEGGE DI OHM IN REGIME SINUSOIDALE



Tensione e corrente sono in fase



La tensione precede la corrente



La corrente precede la tensione

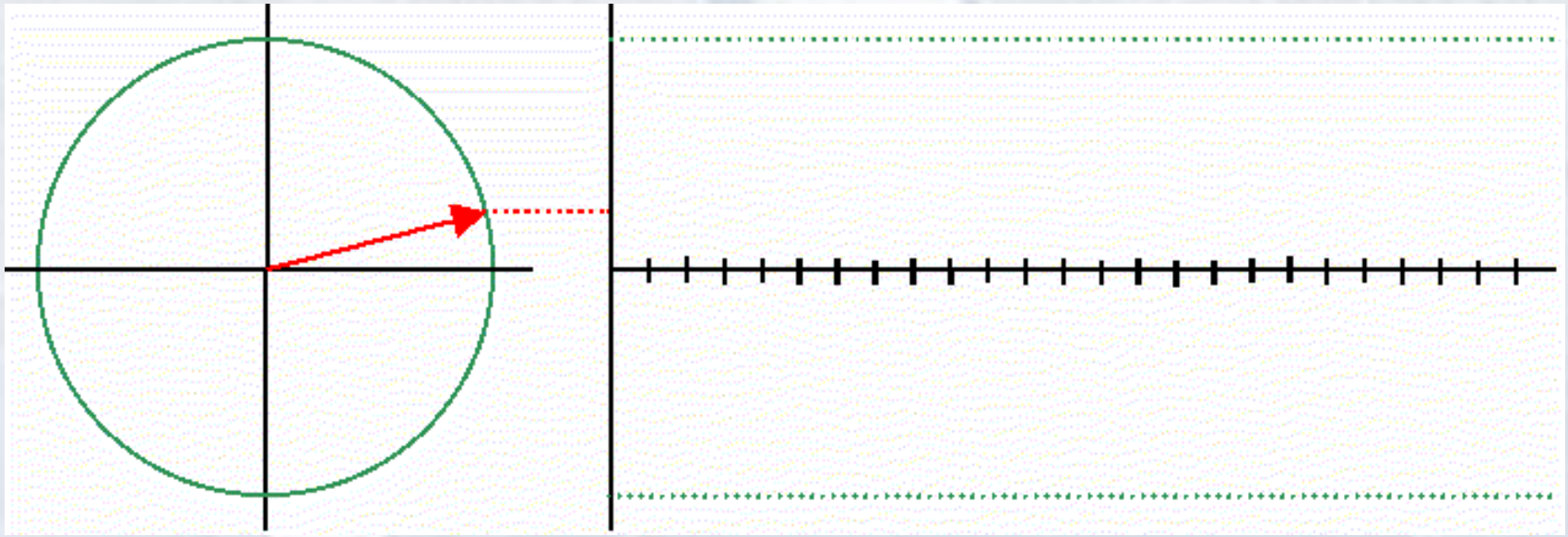
ELI THE ICE MAN

Z=U/I

ARI Sezione di Perugia "I0WN Mario Bencivenga"

ANALIZZATORE DI RETI VETTORIALE (VNWA) DI DG8SAQ

IMPEDENZA E FASORI



Indicando con V ed I i <u>numeri complessi</u> che rappresentano i fasori di tensione e corrente, l'impedenza è esprimibile come:

$$\frac{\mathbf{V}}{\mathbf{I}} = \mathbf{Z} = R + jX$$

ANALIZZATORE DI RETI VETTORIALE (VNWA) DI DG8SAQ

OBIETTIVO DELLE MISURE DI COMPONENTI AD RF

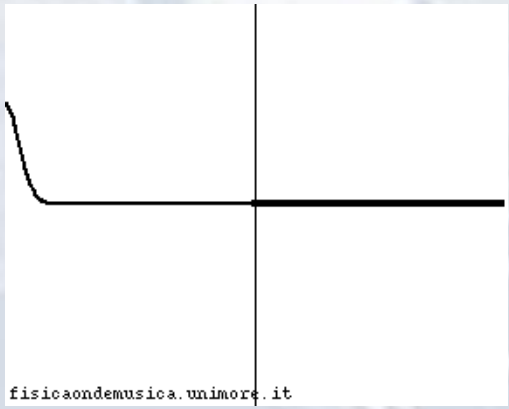
- **Per verificare che la costruzione sia aderente alla progettazione.**

- **Per assicurarci che i segnali vengano trasmessi senza distorsioni sia lineari (ampiezza, etc.) sia non lineari (armoniche, intermodulazione, etc).**

- **Per assicurarci di un buon adattamento di impedenza e, quindi, trasferimento di energia ottimale.**

ANALIZZATORE DI RETI VETTORIALE (VNWA) DI DG8SAQ

ADATTAMENTO DI IMPEDENZA : PERCHE' ?



L'adattamento di impedenza e' CHIAVE per evitare la dispersione di energia.

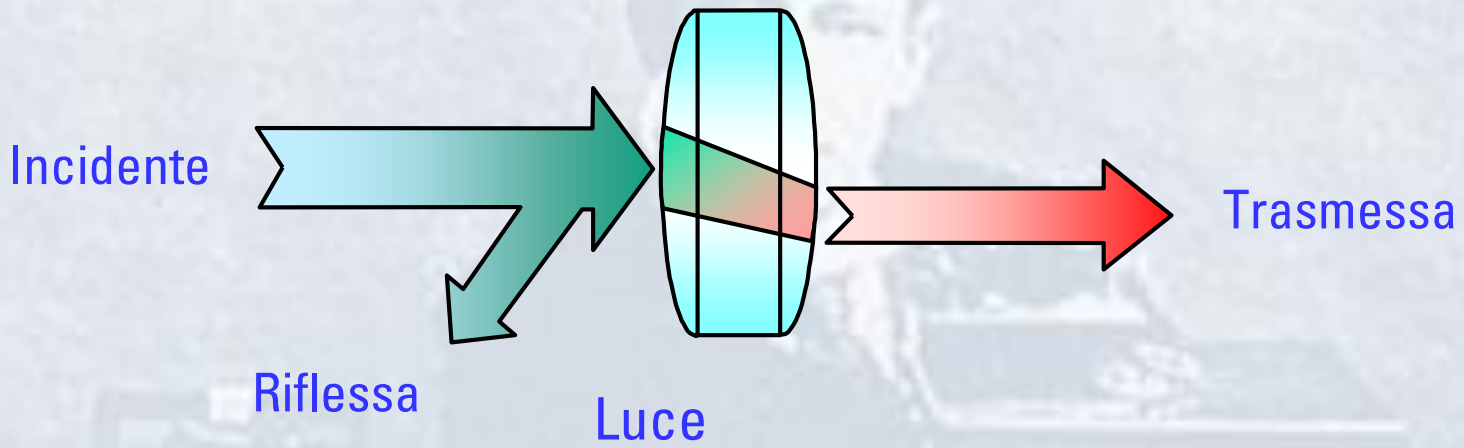
ANALIZZATORE DI RETI VETTORIALE (VNWA) DI DG8SAQ

ADATTAMENTO DI IMPEDENZA : PERCHE' ?

Il disadattamento di impedenza, oltre ad impedire il trasferimento ottimale dell'energia genera, in regime sinusoidale, il famoso fenomeno delle onde stazionarie .

ANALIZZATORE DI RETI VETTORIALE (VNWA) DI DG8SAQ

CONCETTO DI “DIFFUSIONE”



DUT : DEVICE UNDER TEST

Source : Agilent Network Analyzer Basics

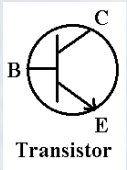
ARI Sezione di Perugia “I0WN Mario Bencivenga”

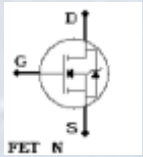
ANALIZZATORE DI RETI VETTORIALE (VNWA) DI DG8SAQ

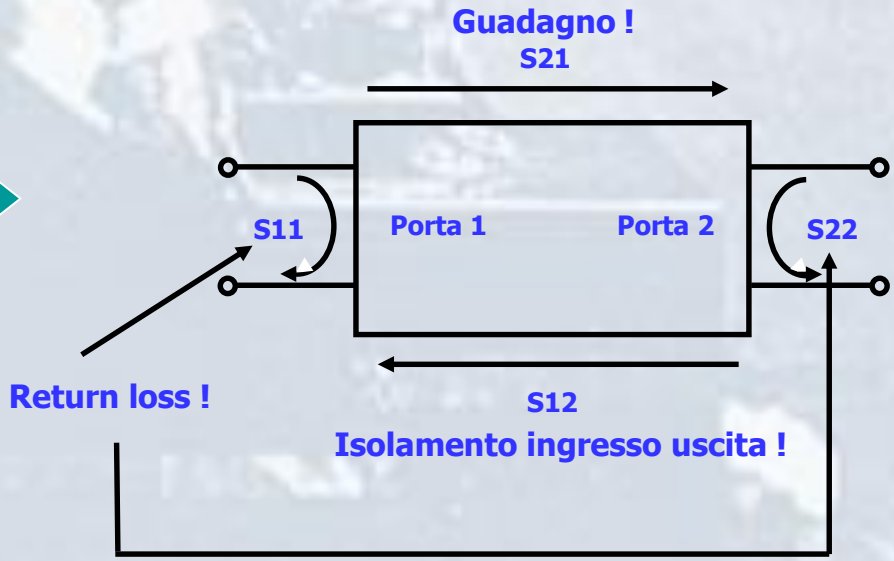
IL “DUT”

PARAMETRI DIFFUSIONE

S-PARAMETERS

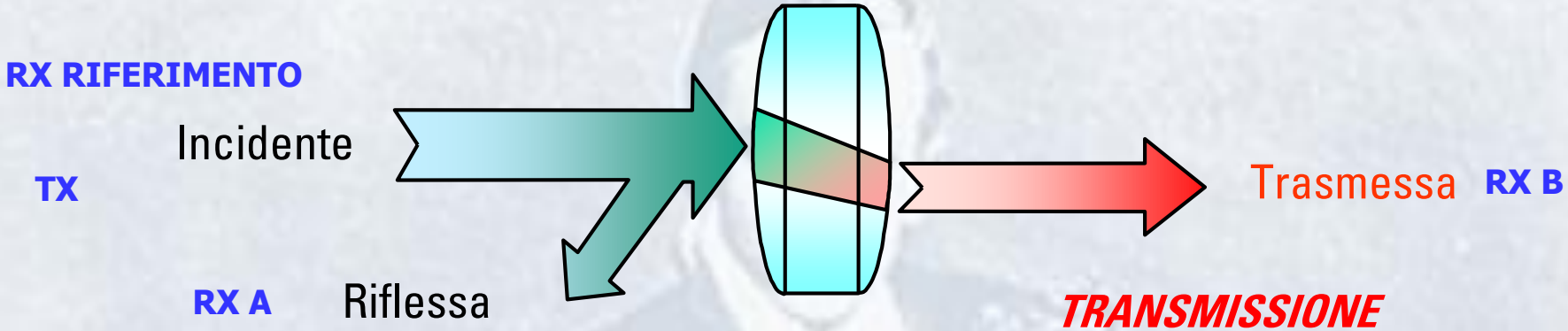






ANALIZZATORE DI RETI VETTORIALE (VNWA) DI DG8SAQ

CARATTERIZZAZIONE DI DISPOSITI A RF



RIFLESSIONE

$$\frac{\text{Riflessa}}{\text{Incidente}} = \frac{A}{R}$$

SWR

S-Parameters
S_{11}, S_{22}

Coefficente di riflessione

Impedenza

Return Loss

TRANSMISSIONE

$$\frac{\text{Trasmessa}}{\text{Incidente}} = \frac{B}{R}$$

Gain / Loss

S-Parameters
S_{21}, S_{12}

Transmission Coefficient

Insertion Phase

Group Delay

Misurando l'ampiezza e la fase dei segnali ricevuti dai tre RX possiamo caratterizzare COMPLETAMENTE il nostro DUT.

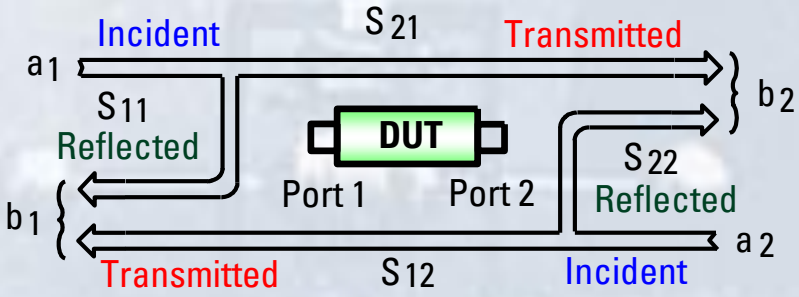
Source : Agilent Network Analyzer Basics

ARI Sezione di Perugia "I0WN Mario Bencivenga"

ANALIZZATORE DI RETI VETTORIALE (VNWA) DI DG8SAQ

PERCHE' I PARAMETRI " S "

- **Molto facili da misurare su dispositivi a RF**
- **Non necessitano di carichi/ terminazioni per la misura.**
- **Sono facilmente riconducibili a misure standard (Guadagno, perdite, riflessione, etc.)**
- **Si possono facilmente elaborare matematicamente quando si ha a che fare con misure su piu' stadi.**
- **Si possono facilmente importare su CAD .**



S11 = forward reflection coefficient *(input match)*
S22 = reverse reflection coefficient *(output match)*
S21 = forward transmission coefficient *(gain or loss)*
S12 = reverse transmission coefficient *(isolation)*

$$b_1 = S_{11} a_1 + S_{12} a_2$$

$$b_2 = S_{21} a_1 + S_{22} a_2$$

Source : Agilent Network Analyzer Basics

WEAK SIGNALS, SEGNALI DEBOLI

ANALIZZATORI DI RETI

Un analizzatore di reti è uno strumento usato per analizzare le proprietà delle reti elettriche, in particolare il comportamento associato alla riflessione ed alla trasmissione di segnali elettrici.

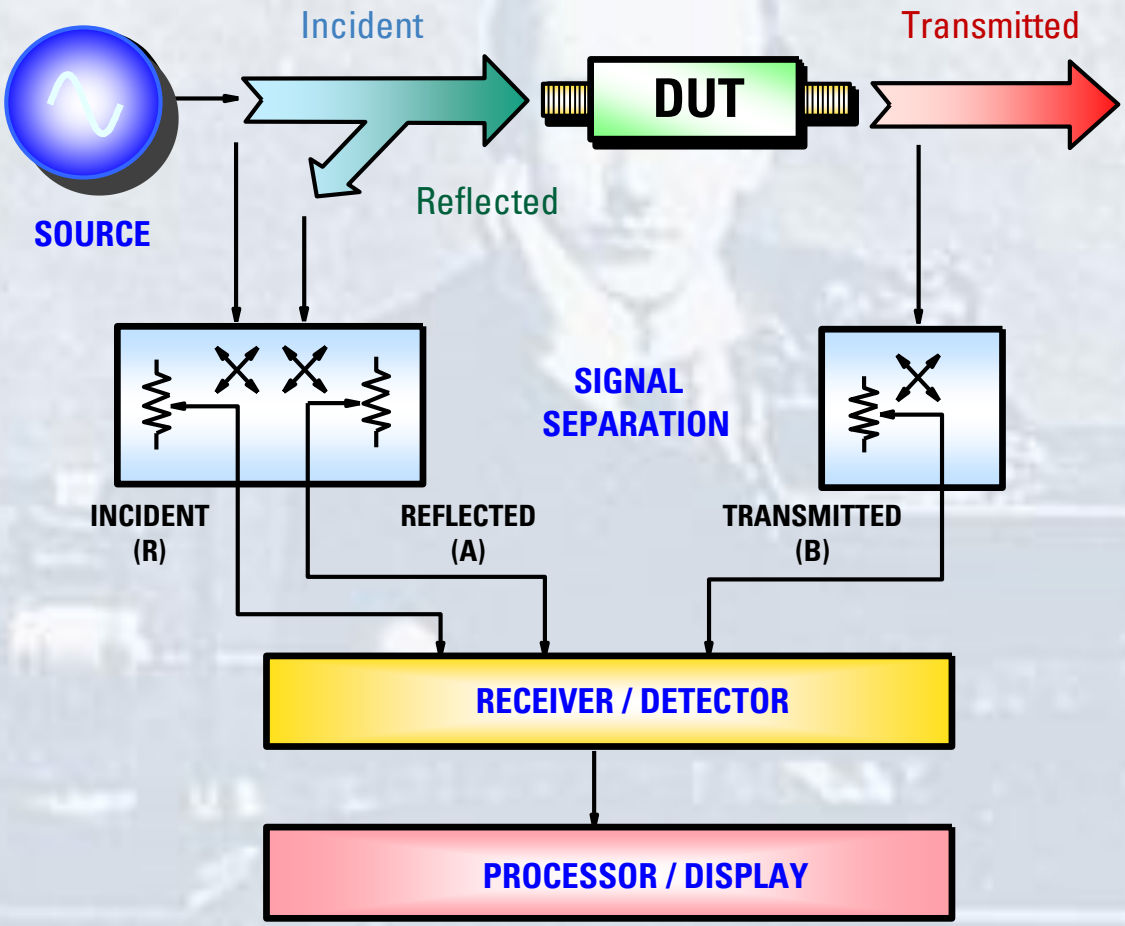
Gli analizzatori di reti possono essere di due tipi:

Analizzatore di reti scalare (SNA) - analizza solo le ampiezze dei segnali.
Analizzatore di reti vettoriale (VNA) -analizza sia le ampiezze che la fase dei segnali.

Un analizzatore di reti VNA per microonde, funziona misurando i parametri s di un quadripolo, in modulo e fase.

ANALIZZATORE DI RETI VETTORIALE (VNWA) DI DG8SAQ

SCHENMA A BLOCCHI DI UN VNA

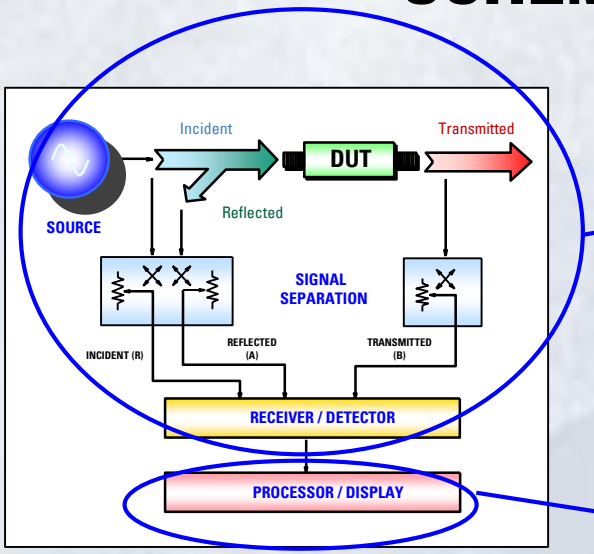


Source : Agilent Network Analyzer Basics

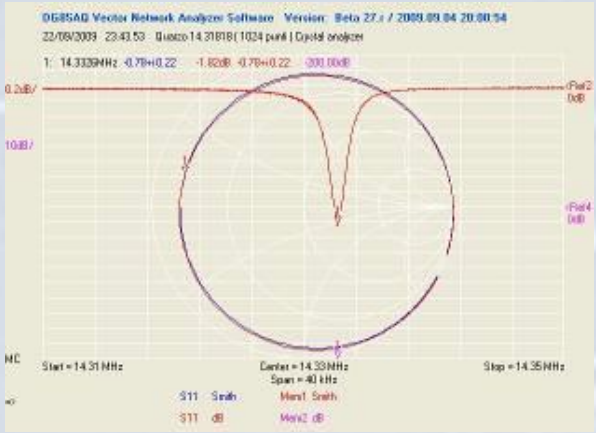
ARI Sezione di Perugia "I0WN Mario Bencivenga"

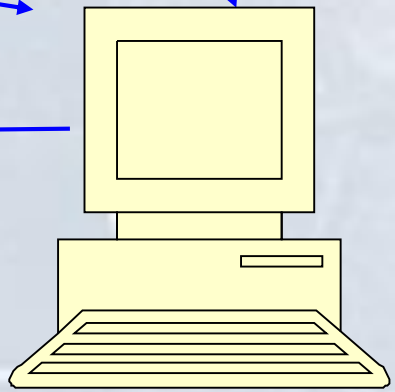
ANALIZZATORE DI RETI VETTORIALE (VNWA) DI DG8SAQ

SCHEMA A BLOCCHI DEL VNWA



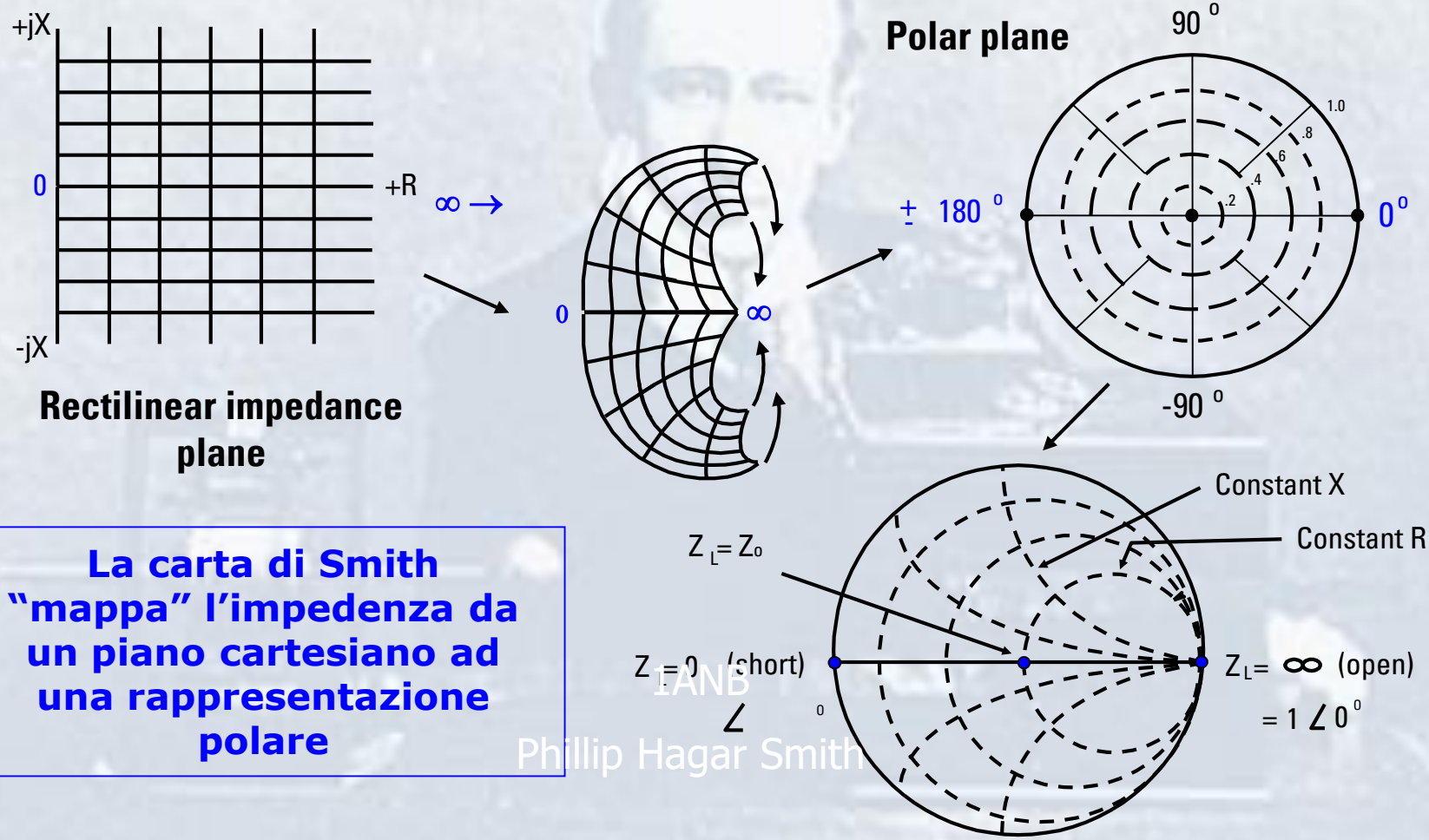
- markers
- limit lines
- pass/fail indicators
- linear/log formats
- grid/polar/Smith charts





ANALIZZATORE DI RETI VETTORIALE (VNWA) DI DG8SAQ

CARTA DI SMITH



La carta di Smith "mappa" l'impedenza da un piano cartesiano ad una rappresentazione polare

IANB

Phillip Hagar Smith

Source : Agilent Network Analyzer Basics

ARI Sezione di Perugia "I0WN Mario Bencivenga"

ANALIZZATORE DI RETI VETTORIALE (VNWA) DI DG8SAQ

CARTA DI SMITH

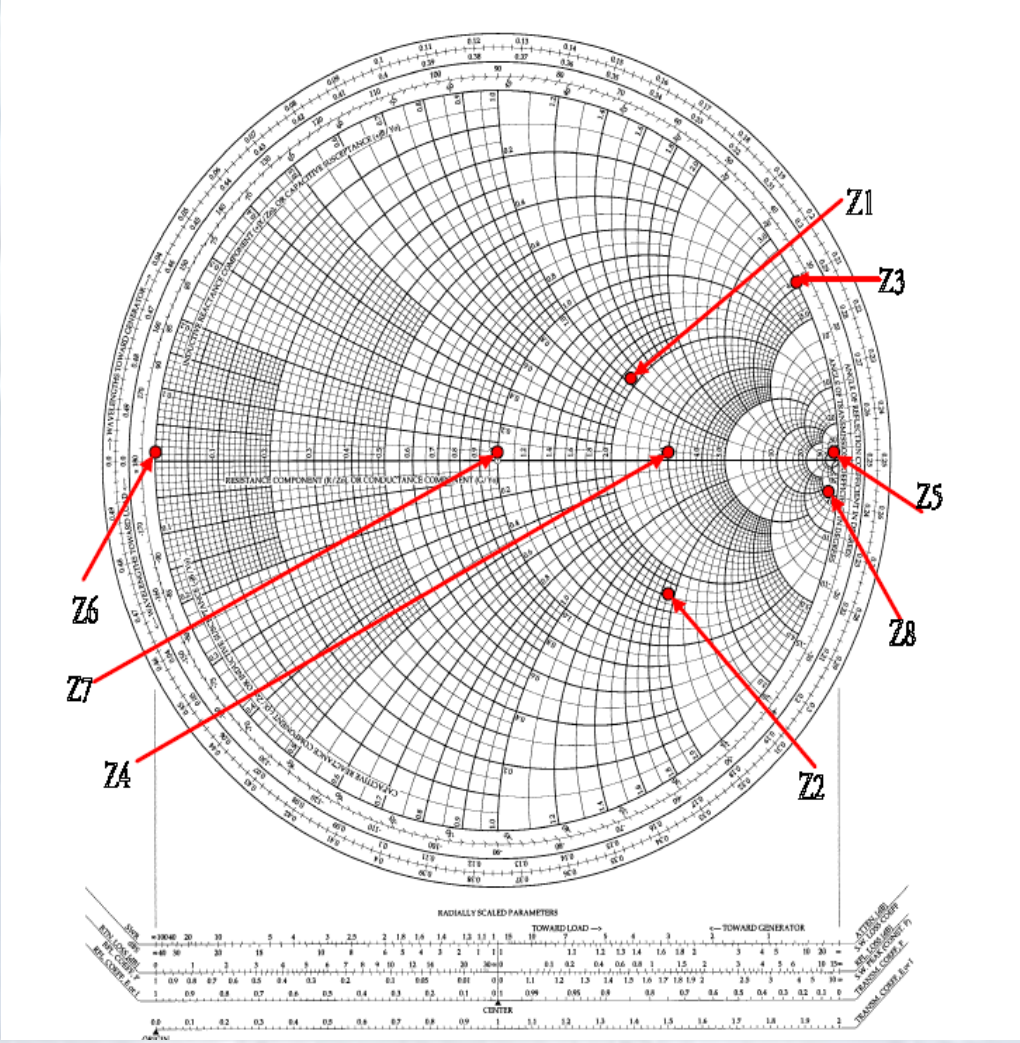
20.05.2006 - foto by (c) IK0QBI

ANALIZZATORE DI RETI VETTORIALE (VNWA) DI DG8SAQ

CARTA DI SMITH

- **Impedance divided by line impedance (50 Ohms)**
  - **Z1 = 100 + j50**
  - **Z2 = 75 -j100**
  - **Z3 = j200**
  - **Z4 = 150**
  - **Z5 = infinity (an open circuit)**
  - **Z6 = 0 (a short circuit)**
  - **Z7 = 50**
  - **Z8 = 184 -j900**

- **Then, normalize and plot. The points are plotted as follows:**
  - **z1 = 2 + j**
  - **z2 = 1.5 -j2**
  - **z3 = j4**
  - **z4 = 3**
  - **z5 = infinity**
  - **z6 = 0**
  - **z7 = 1**
  - **z8 = 3.68 -j18S**



Source : K.A. Connors RPI ECSE Department

ARI Sezione di Perugia "I0WN Mario Bencivenga"

ANALIZZATORE DI RETI VETTORIALE (VNWA) DI DG8SAQ

CARTA DI SMITH

LA CARTA DI SMITH E' UN METODO ANTICO MA ANCORA MOLTO VALIDO PER UNA COMPRENSIONE VISIVA IMMEDIATA DEI VARI CASI DI ADATTAMENTO DI IMPEDENZA.

IL SUO USO E' ESTREMAMENTE EFFICACE E, ANCHE VISIVAMENTE, E' MOLTO ACCATTIVANTE ……..

ANALIZZATORE DI RETI VETTORIALE (VNWA) DI DG8SAQ

CARTA DI SMITH

LA CARTA DI SMITH E' UN METODO ANTICO MA ANCORA MOLTO VALIDO PER UNA COMPRENSIONE VISIVA IMMEDIATA DEI VARI CASI DI ADATTAMENTO DI IMPEDENZA.

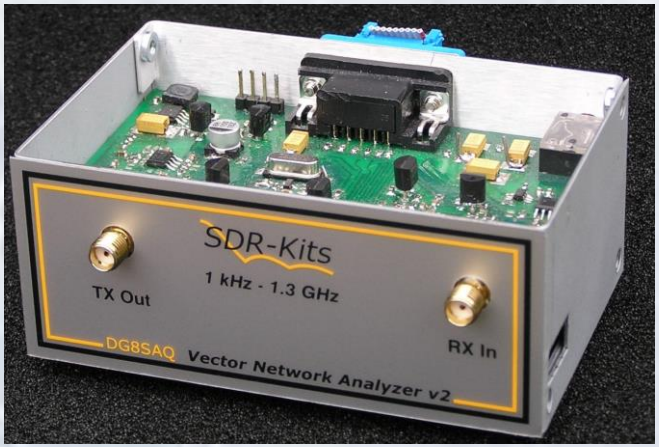
IL SUO USO E' ESTREMAMENTE EFFICACE E, ANCHE VISIVAMENTE, E' MOLTO ACCATTIVANTE ……..

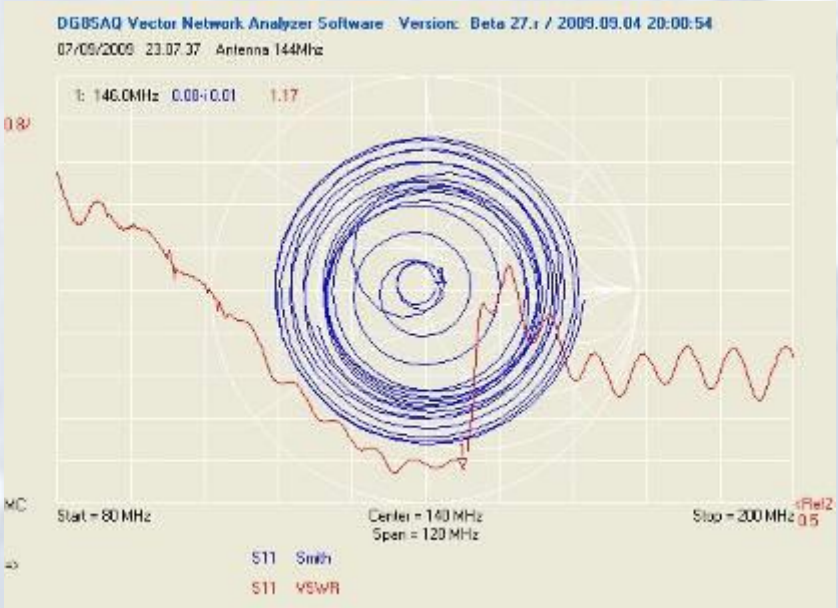
ANALIZZATORE DI RETI VETTORIALE (VNWA) DI DG8SAQ

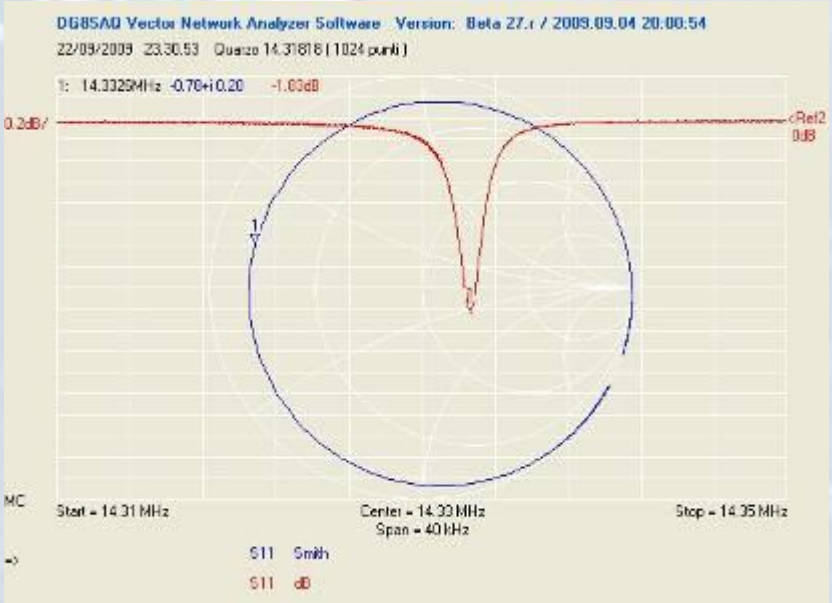
CARTA DI SMITH

ANALIZZATORE DI RETI VETTORIALE (VNWA) DI DG8SAQ

VNWA







ANALIZZATORE DI RETI VETTORIALE (VNWA) DI DG8SAQ

CARATTERISTICHE VNWA DG8SAQ

- Coverage from 1 kHz to 500 MHz with dynamic range of up to 90dB – Useful performance up to 1.3 GHz with reduced accuracy.
- S-Parameter S11, S12, S21 & S22, VSWR, dB
- Component Measurements – Resistance, Admittance Capacitance, Inductance & Quality Factor (Q)
- Time domain & Gating in Time domain.
  Distance to Fault Measurements for Antenna installations up to 500m with resolution of <0.5m
- Logarithmic and Listed sweep
- Matching Tool and Complex Calculator
- User defined S-parameter calculus
- Optional S-parameter test set
- Basic Spectrum Analyser function
- Crystal parameter testing
- Antenna radiation pattern

ANALIZZATORE DI RETI VETTORIALE (VNWA) DI DG8SAQ

CARATTERISTICHE VNWA DG8SAQ

Sito WEB : http://www.sdr-kits.com

DG8SAQ VNWA Kits **pricing from December 3rd 2009**	**UK Orders incl VAT**	**European Union orders incl VAT**	**Orders to destinations outside the EU(Taxfree)**
USB Controlled VNWA Kit (Kit 4): Consists of VNWA Kit 3, USB-VNWA interface kit and VNWA Enclosure. **Price includes Tracked "Signed for Airmail delivery"**	£263.00	£267.00 or €312.00	£238.00

Kit assemblati e garantiti possono essere prenotati a 399 £

ANALIZZATORE DI RETI VETTORIALE (VNWA) DI DG8SAQ

CARATTERISTICHE VNWA DG8SAQ

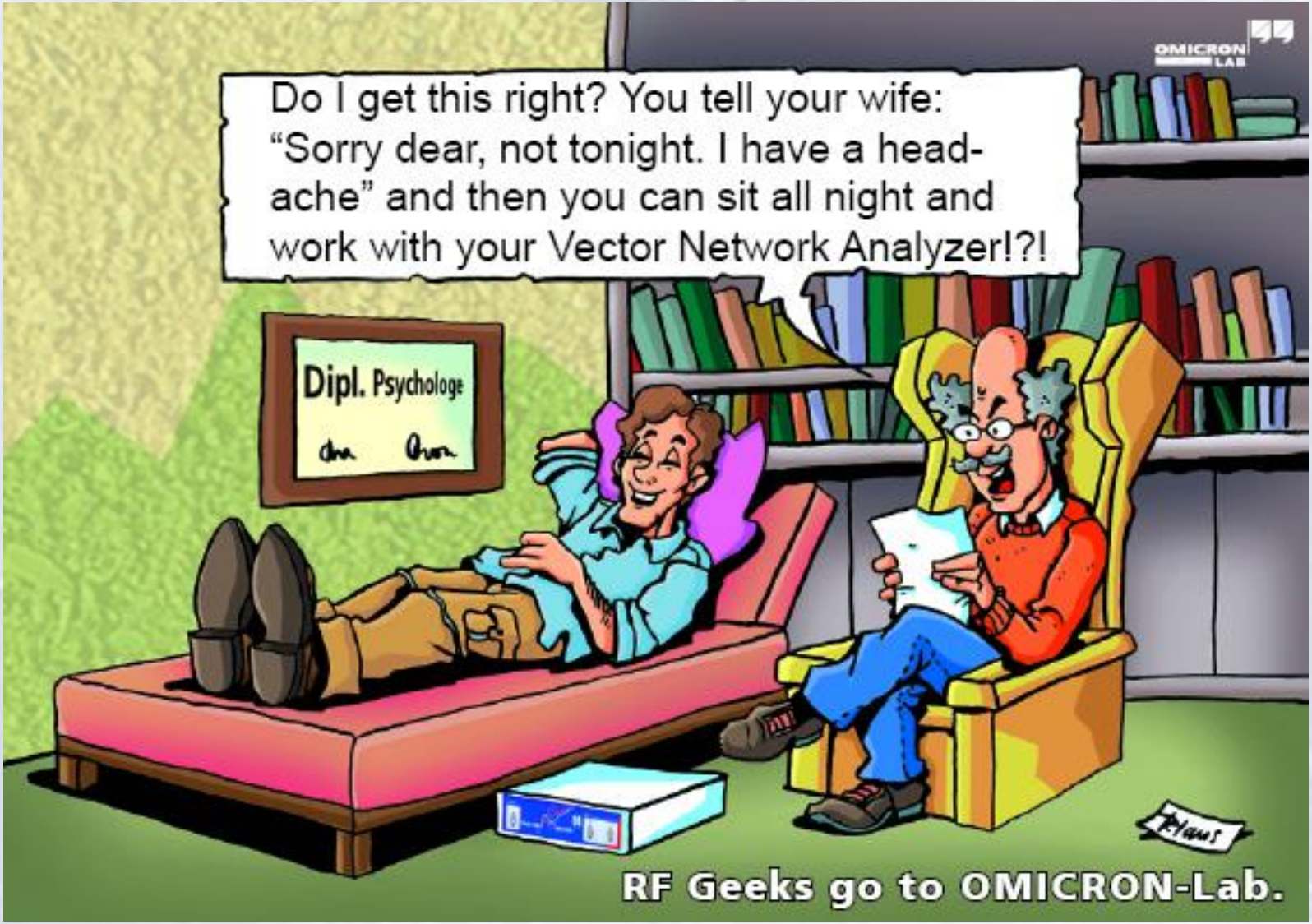
ANALIZZATORE DI RETI VETTORIALE (VNWA) DI DG8SAQ

VNWA DG8SAQ CAVEAT……

IL VNA DI DG8SAQ E' UNO STRUMENTO ESTREMAMENTE POTENTE ED INTERESSANTE DA USARE MA…. GENERA ASSUEFAZIONE E PUO' ESSERE MOLTO PERICOLOSO ……

ANALIZZATORE DI RETI VETTORIALE (VNWA) DI DG8SAQ

VNWA DG8SAQ CAVEAT……



ANALIZZATORE DI RETI VETTORIALE (VNWA) DI DG8SAQ

DEMO