

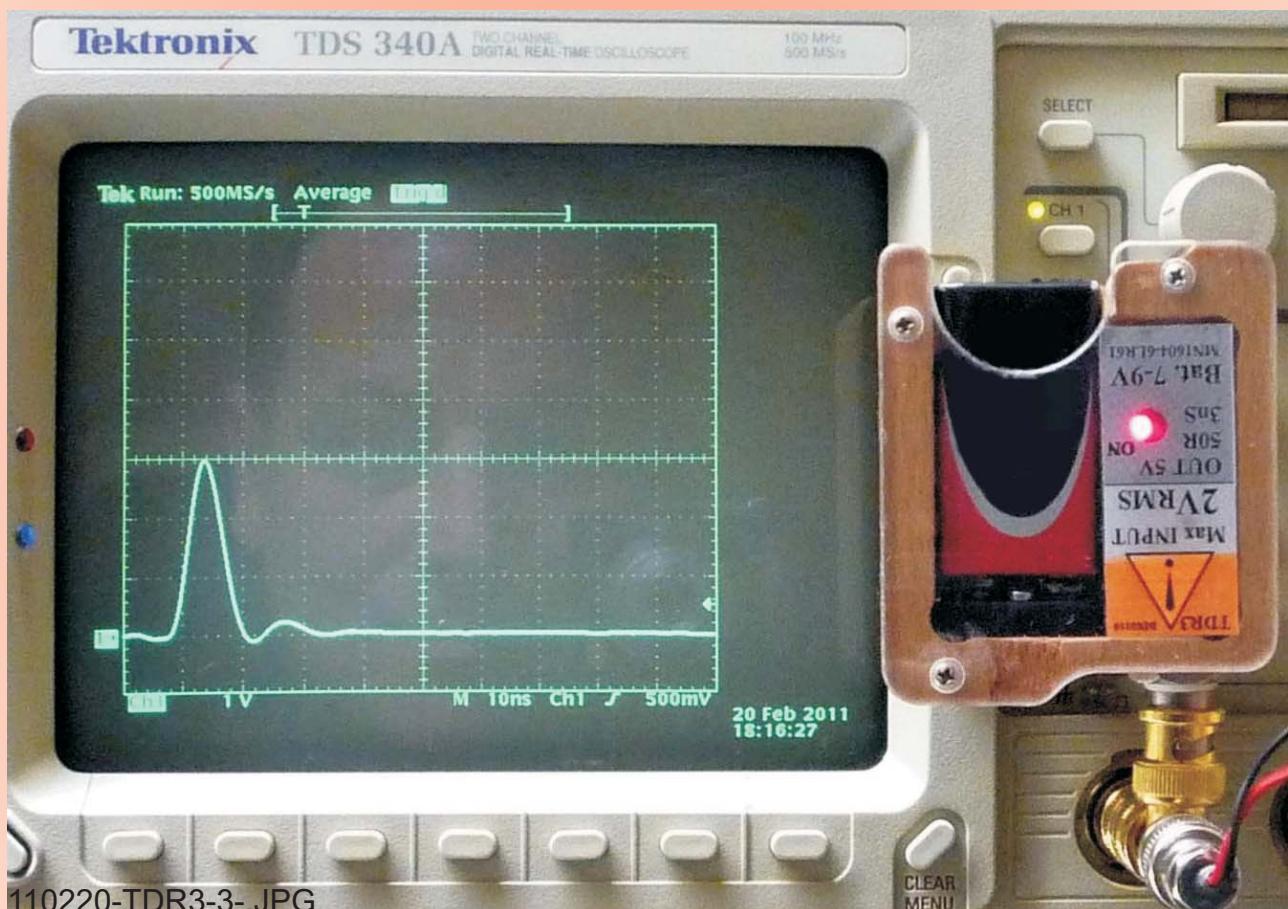
TDR3

MANUALE TECNICO

APPLICAZIONI PRATICHE

&

MISURE



Time Domain Reflectometer

Alla velocità della luce (quasi)

Giulianelli Dino

1	- TDR3 Copertina	
2	- Indice	
3	- Prefazione - Prefazione	Note
5	- TDR3 Introduzione	
6	- TDR3 Sistema	
7	- TDR3 RT Tempo di Salita	Introduzione, Misure, Note
11	- TDR3 Z Impedenza	Introduzione, Misure, Note
15	- TDR3 ESR Resistenza Serie	Introduzione, Misure, Note
21	- TDR3 L C Misura Capacità Induttanza	Introduzione, Misure, Note
27	- TDR3 Test Cavo, Rosso Nero Altoparlanti	Introduzione, Misure, Note
33	- TDR3 CAVI, Impedenza , Velocità di Propagazione, Resistenza	
55	- TDR3 LoudSpeaker Altoparlanti	Introduzione, Misure, Note
63	- TDR3 ϵ_r Costante Dielettrica Liquidi	Introduzione, Misure, Note
67	- Strumenti vari per misurare i cavi elettrici	Introduzione, Note
69	- A Abbreviazioni e unità utilizzate	
70	- B Formule Matematiche Utilizzate	
71	- C Modulo Check List -D HP42744A-Tabella R4	
73	- E Setting Impostazioni Oscilloscopio	
73	- F/G/H Tavola POWER CONVERSION TABLE 50 R / 75 R / 600 R	
76	- I Tavola RF MEASUREMENT CHART	
77	- L Tavola Costante Dielettrica Materiali e Liquidi	
78	- I Tavola Diametri, Sezioni e Pesi dei Fili di Rame e Resistenza	
79	- M Tavola Diametri, Sezioni e Pesi dei Fili di Rame e Resistenza	
81	- Tabelle di Riferimento	
82	- Fondo	

Prefazione:

Questo manuale nella sua necessaria complessità rappresenta una delle poche opere, sicuramente la più completa sulla riflettometria nel dominio del tempo (**Time Domain Reflectometry o TDR**) per quanto che concerne l'uso pratico.

La riflettometria è una materia difficile, che ripaga chi compie lo sforzo di comprenderla con applicazioni pratiche nei campi più disparati.

Questa è l'unica opera in lingua italiana di questo livello, densa di esempi pratici, di possibilità applicative calate nella pratica di tutti i giorni.

Normalmente questo genere di opere è destinato ad un pubblico molto limitato, composto da tecnici di alto livello o ingegneri, in questo caso lo sforzo dell'autore è stato mirato nel rendere fruibile il tutto alla maggior parte dei tecnici e progettisti che operano nel campo dell'elettronica.

Anche così questo è il tipo di opera che non diventa un best seller e difficilmente si viene ripagati del tempo speso.

Quindi ha senso solo nell'ottica di voler fare veramente un bel lavoro, mettendoci il massimo dell'impegno, indipendentemente dal ritorno.

Conosco Dino Julianelli da tanto tempo e non finirò mai di stupirmi del suo talento e della sua curiosità che lo spinge ad investigare su tutto quello che è elettronica, fisica, meccanica, chimica (e altro) non limitandosi alla pura consultazione di libri, ma "sporcandosi le mani" con la pratica, sperimentando e cercando di migliorare, con la dedizione di un alchimista antico.

L'ho visto passare giorni nel suo laboratorio per costruire degli strumenti che pensavo esistessero solo nei laboratori di fisica, e altri di cui ancora non comprendo l'utilizzo.

Sono onorato che mi abbia chiesto di scrivere questa prefazione.

Mauro Patrignani Rimini 15/05 /2011

Prefazione:

Dino Julianelli

personaggio inaudito, splendido e per fortuna esiste. Dino è quell'essere italiano, che solo un italiano puo essere. Un caro amico a cui voglio un gran bene e che mi onora, chiedendomi la prefazione del suo primo libro.

Eclettico leonardesco, passando da come far girare una trottola più a lungo possibile, alla misurazione dell'inclinazione della famosa "finta" salita dei castelli romani.

Sembrano perdite di tempo, ma poi ti rendi conto che per ridurre gli attriti devi costruirti un micro tornio e per misurare una discesa devi smontare un giroscopio di un F104.

Prima di tutto si dovrebbe spiegare cos'è un TDR e perchè esiste.

TDR = Time Domain reflectometer, che in termini umani vuole dire semplicemente che misura il tempo di riflessione di un conduttore.

A cosa serve e come funziona è un poco più complicato:

a cosa serve, di tutto e di più. E' come chiedersi a cosa serve un oscilloscopio o un tester. Si può sintetizzare, che mediamente serve per valutare un cavo interrotto, una connessione difettosa o semplicemente la lunghezza di un cavo.

Nella realtà si utilizza nei campi più incredibili: dalla concentrazione di diserbanti all'interno del terreno, dalla geotecnica ai semiconduttori. Insomma è il solito strumento tuttofare indispensabile.

Come funziona invece è semplice e ovviamente nella sua semplicità deve essere perfetto.

E' un oscillatore che genera un impulso, più è breve, ripido e regolare, più è preciso come strumento.

Come si usa, invece è piuttosto complesso ed è qui che si esprime la genialità Dinesca:

Invece di spendere migliaia di euro in strumenti complessi, il caro Dino mi ha regalato un gioiellino in legno, con un blocco magnetico di fissaggio della batteria, piccolissimo e portatile.

Oggi è diventato il mio strumento principe in tutte le misure d'acustica.

Il mio consiglio è costruivelo subito e studiate questo splendido manuale, pieno di esempi e tanto buonsenso.

Francesco Pellisari Roma 20/05/2011

TDR definizione:

Un TDR trasmette un impulso lungo il conduttore. Se il conduttore è di una impedenza uniforme ed è terminato in modo corretto, l'impulso trasmesso sarà tutto assorbito e nessun segnale verrà riflesso verso il TDR. Eventuali discontinuità di impedenza causerà a parte del segnale incidente, il ritorno verso la sorgente. Questo sistema è simile in linea di principio al radar.

La risultante dell'impulso riflesso che si misura in uscita / ingresso al TDR viene visualizzato come grafico in funzione del tempo e poiché la velocità di propagazione del segnale è quasi costante per un determinato mezzo di trasmissione, può essere letta in funzione della lunghezza del cavo.

A causa di questa sensibilità alle variazioni di impedenza, un TDR può essere utilizzato per verificare le caratteristiche di impedenza del cavo, i luoghi della giuntura e connettore, le perdite e la lunghezza dei cavi stimata.

Questo documento introduce all'utilizzo del TDR3.

(Per chiarimenti sulla interpretazione delle abbreviazione o simboli consultare AppendA)

1) Prima di tutto bisogna avere un oscilloscopio di buone prestazioni, con banda passante 100 MHz o superiore, con ingresso 1 M Ω . Avere un certa padronanza nel saperlo usare.

2) Un generatore di impulso rettangolare con tempi di salita minore di 4 ns, con resistenza interna di 50 Ohm e tensione di uscita 5 V come ad esempio il TDR3.

3) Quello che andremo a realizzare è un sistema di misura basato sulla riflessione di un segnale elettrico che viaggia in un cavo, ad una velocità tipica dal 20 a 80 % inferiore rispetto a quella della luce.

Collegare il TDR3 all'ingresso dell'oscilloscopio.

Dal momento che generiamo l'impulso, questo viene catturato e visualizzato dall'oscilloscopio, (con la sua alta impedenza di ingresso influisce minimamente sulla tensione del generatore).

In questo modo vedremo un tempo di salita ($RT < 4$ ns) e poi una linea retta pari alla tensione del generatore.

Se in parallelo collegiamo un cavo elettrico questo influenza il primo tratto rettilineo facendo abbassare la tensione, indice di carico applicato al generatore ($Ro = Z =$ impedenza del cavo), questo carico termina dopo un certo tempo, determinato dalla lunghezza e velocità di propagazione del cavo stesso.

Alla fine del cavo le condizioni possono essere diverse e vengono visualizzate sempre dall'oscilloscopio come:

$V_o = 5$ V cavo aperto

$V_o = 2.5$ V il cavo è collegato a una resistenza uguale alla sua impedenza

$V_o = 0$ V cavo in corto o LOOP

Questo se esiste un perfetto adattamento di impedenza tra generatore e cavo, altrimenti si vedranno delle ondulazioni con tempo pari alla lunghezza del cavo.

Mai visualizzeremo 0 V se il cavo è in corto, perché a sua volta introduce una resistenza che viene visualizzata come un tensione maggiore di 0 V.

Altra informazione è il tempo di salita o discesa della tensione maggiore di RT , indice di una reattanza.

Quindi riassumendo quello che è stato appena detto, interpretando l'andamento della tensione nel tempo è possibile ricavare diverse informazioni come:

S-1 Tempo di salita (da questa si può ricavare la massima banda passante)

S-1 Alta impedenza dovuto ai fili di collegamento al DUT

S-1 Resistenza interna dei condensatori

S-1 Resistenza o Impedenza

S-2 Capacità

S-2 Induttanza

S-2 Lunghezza del cavo

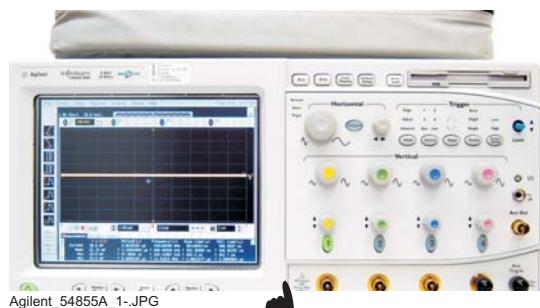
S-2 Capacità totale cavo

S-2 Tipo di carico alla fine del cavo

S-3 Resistenza in serie alla induttanza

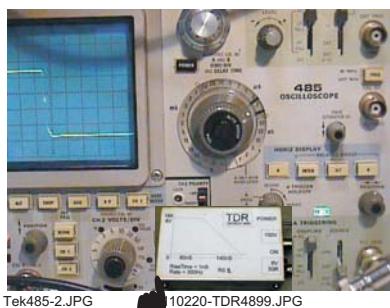
S-3 Resistenza di LOOP del cavo

Oscilloscopio HP54855A BW 6000 Mhz



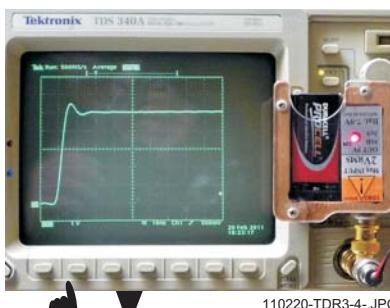
Agilent_54855A_1.JPG

Oscilloscopio Tek 485 BW 350 Mhz



Tek485-2.JPG

Oscilloscopio TDS340A BW 100 Mhz



110220-TDR3-4.JPG

RS-232>USB

**WaveStar 1.3
*.NBK**

Lettura
dati
manuale

Esporta
*.BMP
Esporta
*.XLS o *.CSV

**CorelDRAW 12
*.CDR**

Importa
Scrivo

Stampa
*.PDF
Importa

**Adobe Acrobat 7.0
*.PDF**

Salva*.PDF
Stampa

**Spread32.exe
*.XLS**

Scrivo

TDR3-CALCOLI-.xls

**ACDSEE 3.1
o
CorelPHOTO
PAINT 12**

Salva *.JPG

Fotocamera *.JPG

110220-DMC-LZ10.JPG

110220-HP-R.JPG

HP 4274A-1.JPG



110220-to53uH.JPG

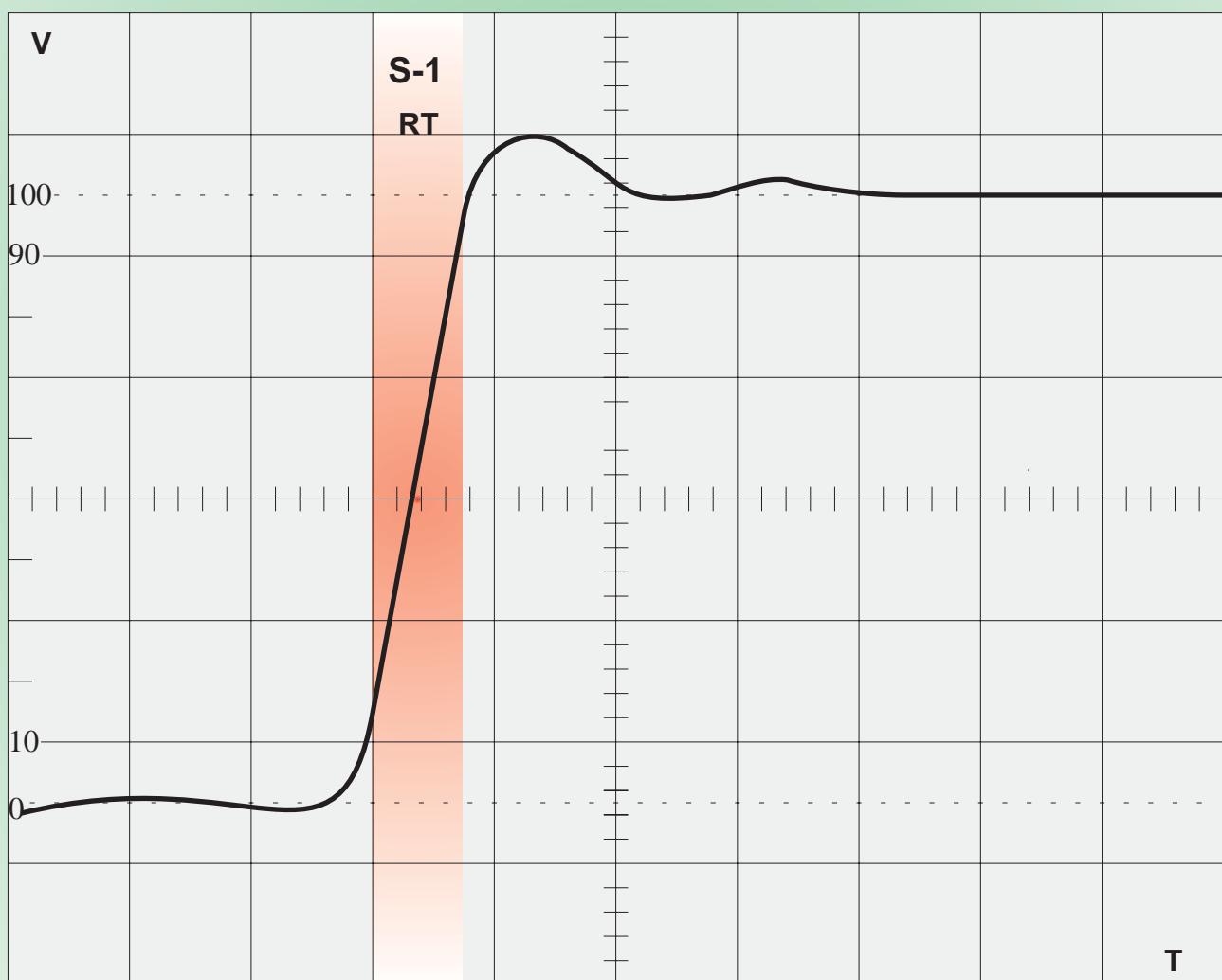


110220-to53nF.JPG

Capacità

TDR3 RT

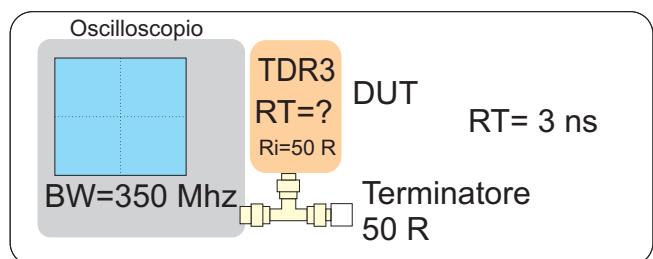
Tempo di Salita



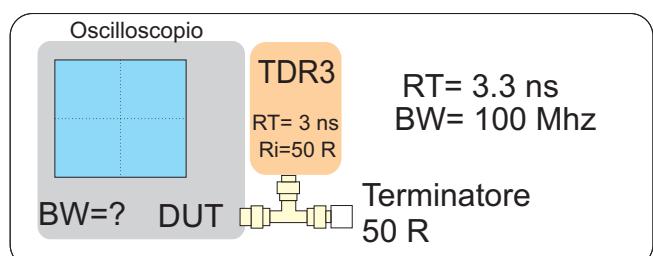
Lo scopo della prova è quello di testare il TDR3, utilizzando uno oscilloscopio da 350 MHz, misurando il tempo di salita di circa 3 ns.

Le misure del tempo di salita deve essere misurata dal 10 al 90 % della tensione.

La terminazione di 50 Ohm è indispensabile per minimizzare le capacità presenti nel TDR, connettori e ingresso dell'oscilloscopio (10-20 pF).



Collegando il TDR3 all'ingresso dell'oscilloscopio è possibile ricavare la banda passante misurando il tempo di salita



Formule utilizzate

$$\mathbf{BW = 0.33 / RT}$$

BW = Banda passante [Ghz]
RT = Tempo di salita [ns]
DUT = Apparato in prova

DATADIX 07/07/2011 TDR3-RT R3

Utilizzando il **TDR3** è possibile ricavare la **banda passante (BW)** di uno strumento sino a 100 MHz, dato il tempo di salita del TDR3 e di circa **3 ns** con carico **50 R**.

Misurando il tempo che intercorre dal 10 % (0.25 V) al 90 % (2.25 V) della salita si ottiene **RT** (Rise Time).

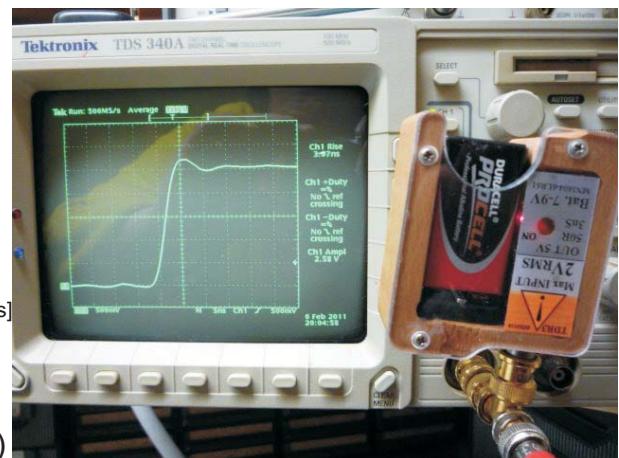
Utilizzando la formula **BW_[GHz] = 0.33 / RT_[ns]** si ottiene la frequenza massima passante.

0.1 ns = 3.5 GHz (HP54855A Aux Out)

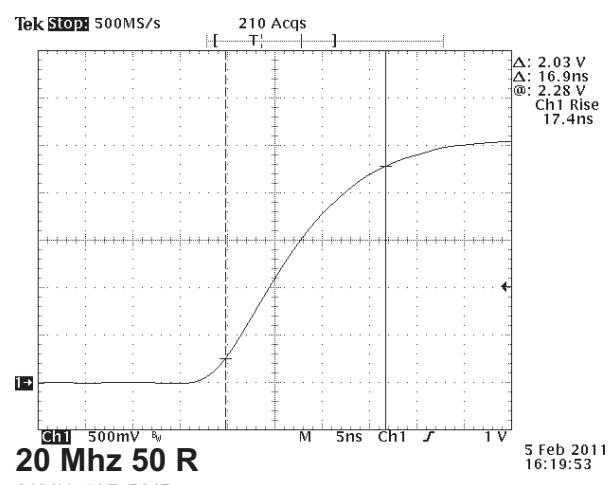
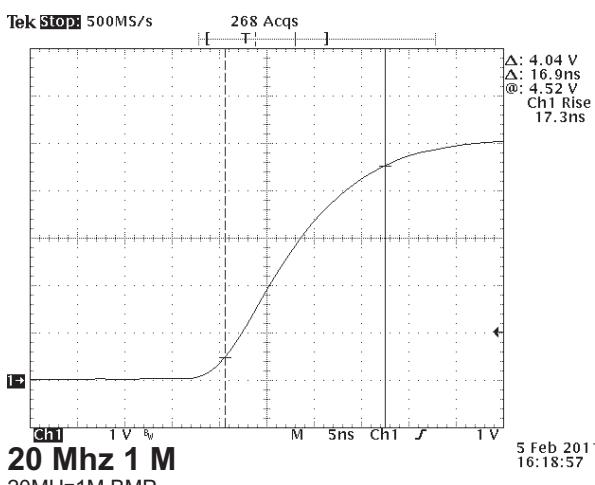
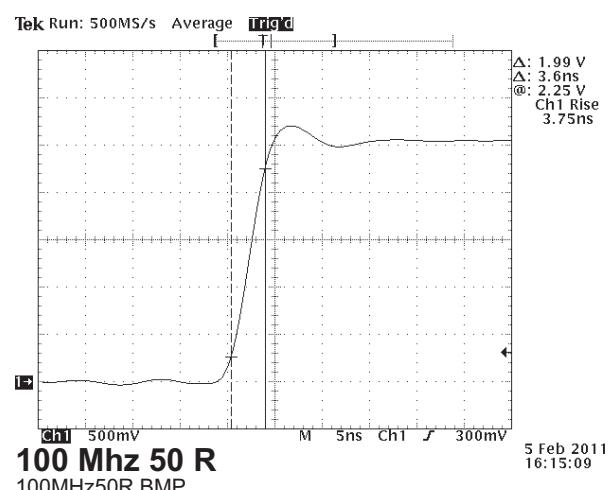
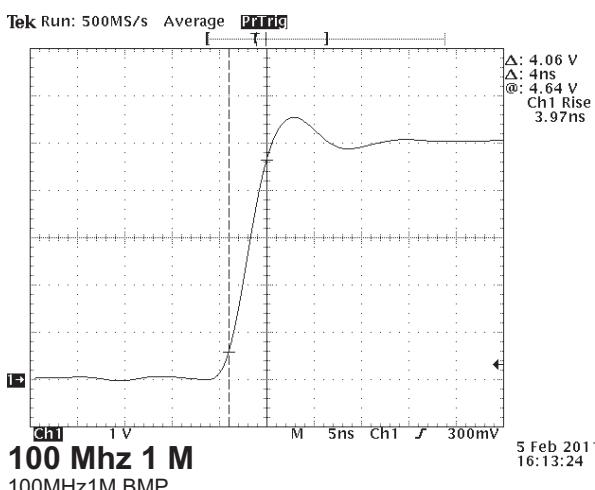
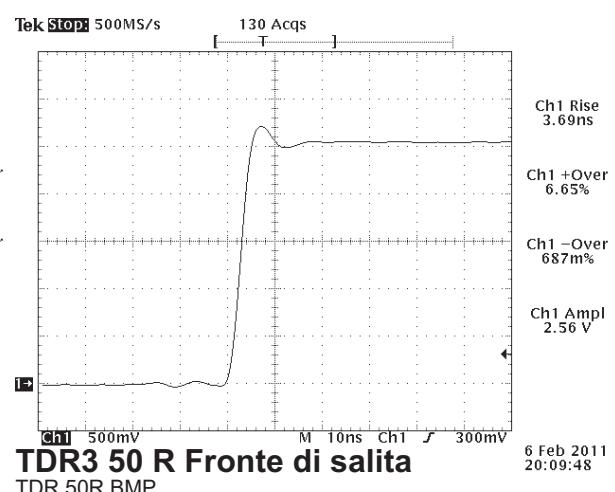
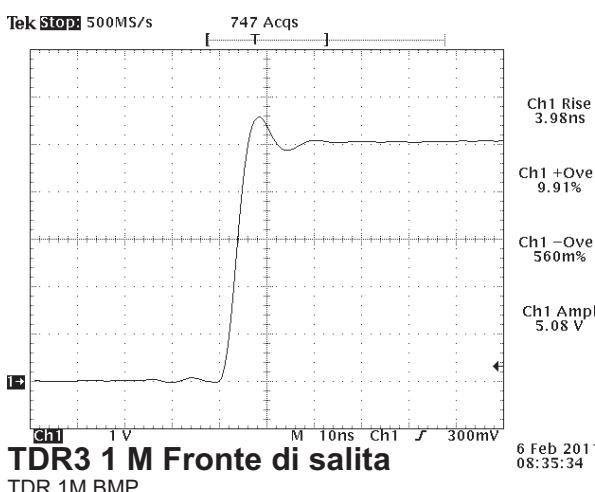
1.0 ns = 350 MHz (TDR 4899+ Tek 485)

3.3 ns = 100 Mhz (TDR3+ Tek TDS 340A)

17 ns = 20 MHz (TDR3+ Tek TDS 340A)



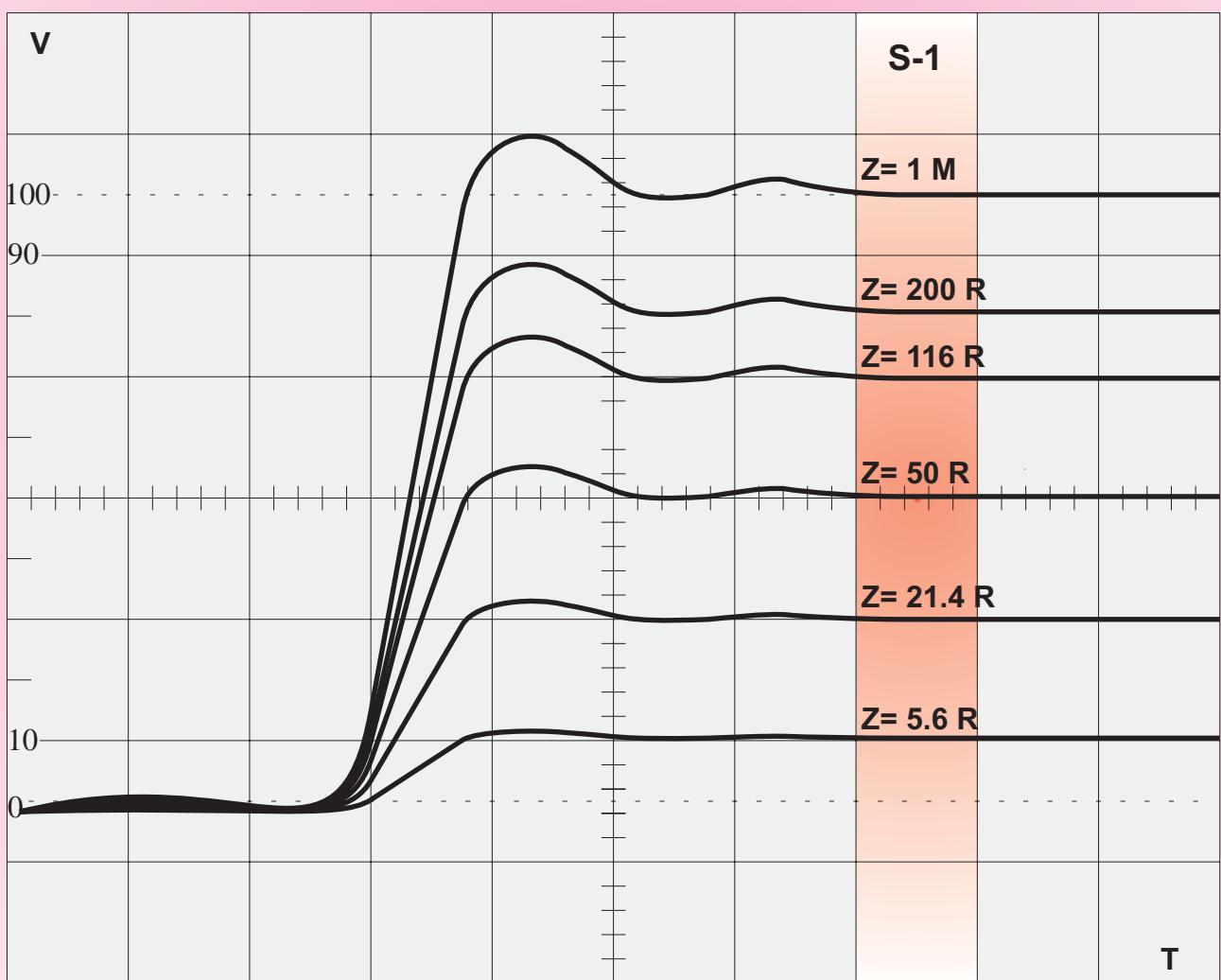
110206-TDR3 Tek.JPG



26/05/11 Esperimento Ginevra>Gransasso Neutrini.
Confermato il superamento della Velocità della luce.
Dei circa 700 Km il guadagno è stato di 60ns (18mt).
Quindi invece di impiegare 2338000ns 2337940ns
con un guadagno del 0.0025% (molto più facile un errore di misura).

.....
23/02/12 Comunicazione dell'errore nella misura di 60ns.
Dovuta probabilmente al cavo in fibra ottica che collega il GPS.
(60/1.66*3.4= circa 10mt)
.....

TDR3 Z Impedenza



IMPEDENZA CARATTERISTICA:

L'impedenza caratteristica di una linea di trasmissione rappresenta la risultante di tutti gli elementi passivi presenti che si oppongono al flusso degli elettroni (Resistenza, Capacità e Induttanza).

In un sistema di trasmissione a lunga distanza o ad alta frequenza, è importante che l'impedenza del cavo corrisponda con quella del sistema ricevente.

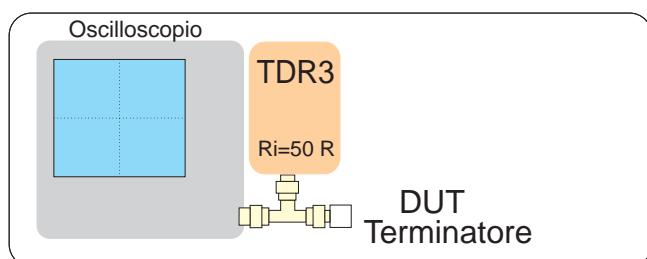
Se c'è differenza di impedenza alla giunzione, si avrà una riflessione elettrica che distorcerà sia la forza che la qualità del segnale.

Altrettanto importante, in particolare nelle linee coassiali, è l'uniformità dell'impedenza.

Se la qualità del conduttore, la geometria del cavo e la uniformità del dielettrico non sono costanti, si possono avere delle riflessioni interne che causerebbero distorsioni e perdite del segnale.

Il valore della impedenza è misurata in Ohm.

L'impedenza inoltre varia in funzione della frequenza di misura.

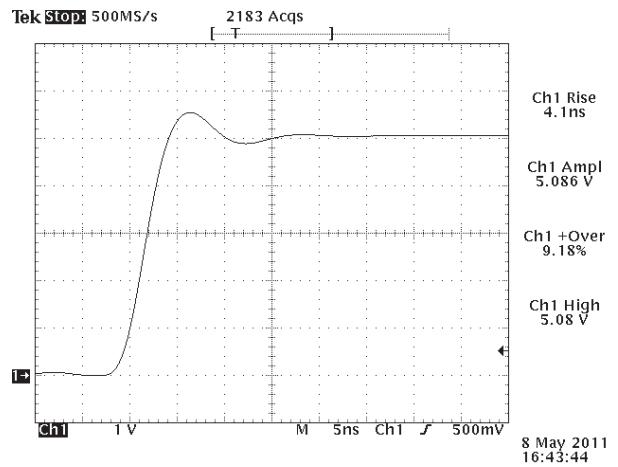
**Formule utilizzate**

$$Ro = Vo * Ri / (Vi - Vo)$$

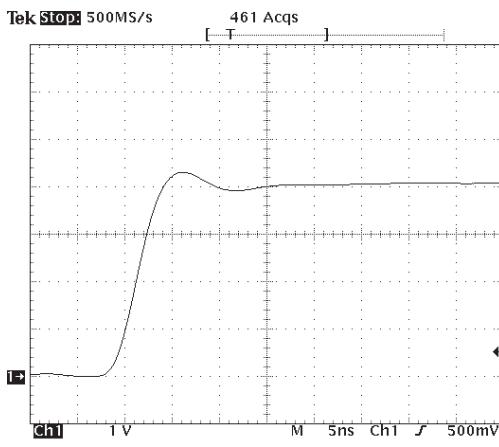
Ri	= Resistenza interna generatore [Ohm]
Ro	= Resistenza incognita [Ohm]
Vi	= Volt del generatore [V]
Vo	= Volt in uscita [V]



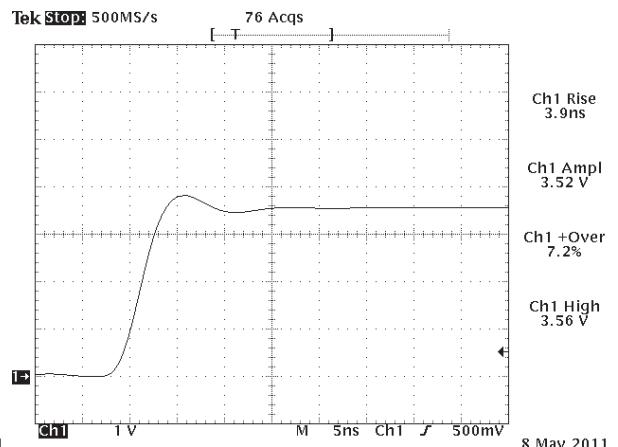
110508-Trim-.JPG



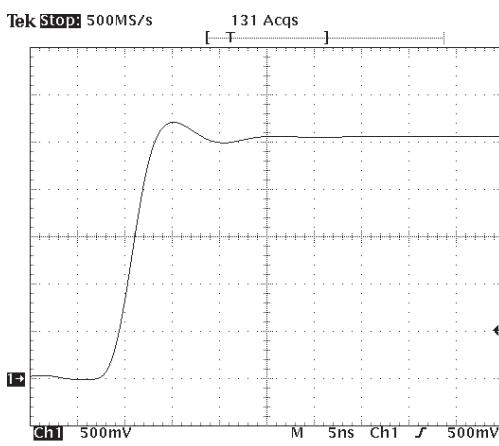
1M.BMP



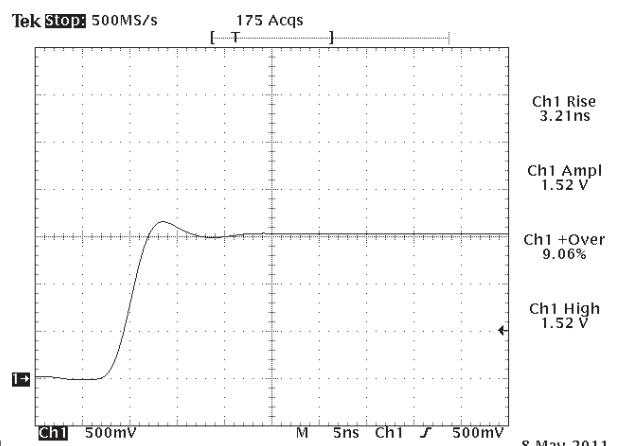
200R.BMP



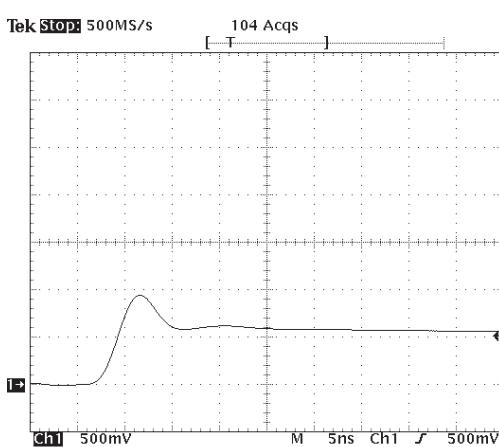
115R.BMP



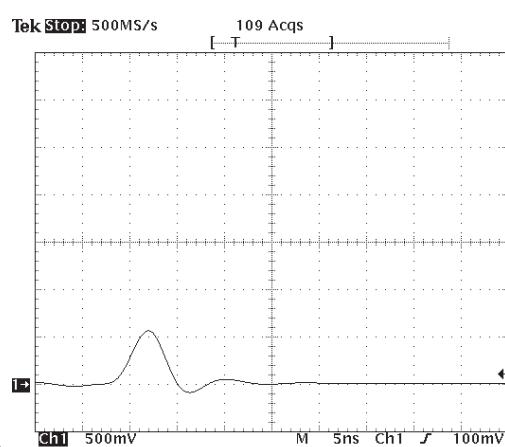
50R0.BMP



21R4.BMP



5R6.BMP

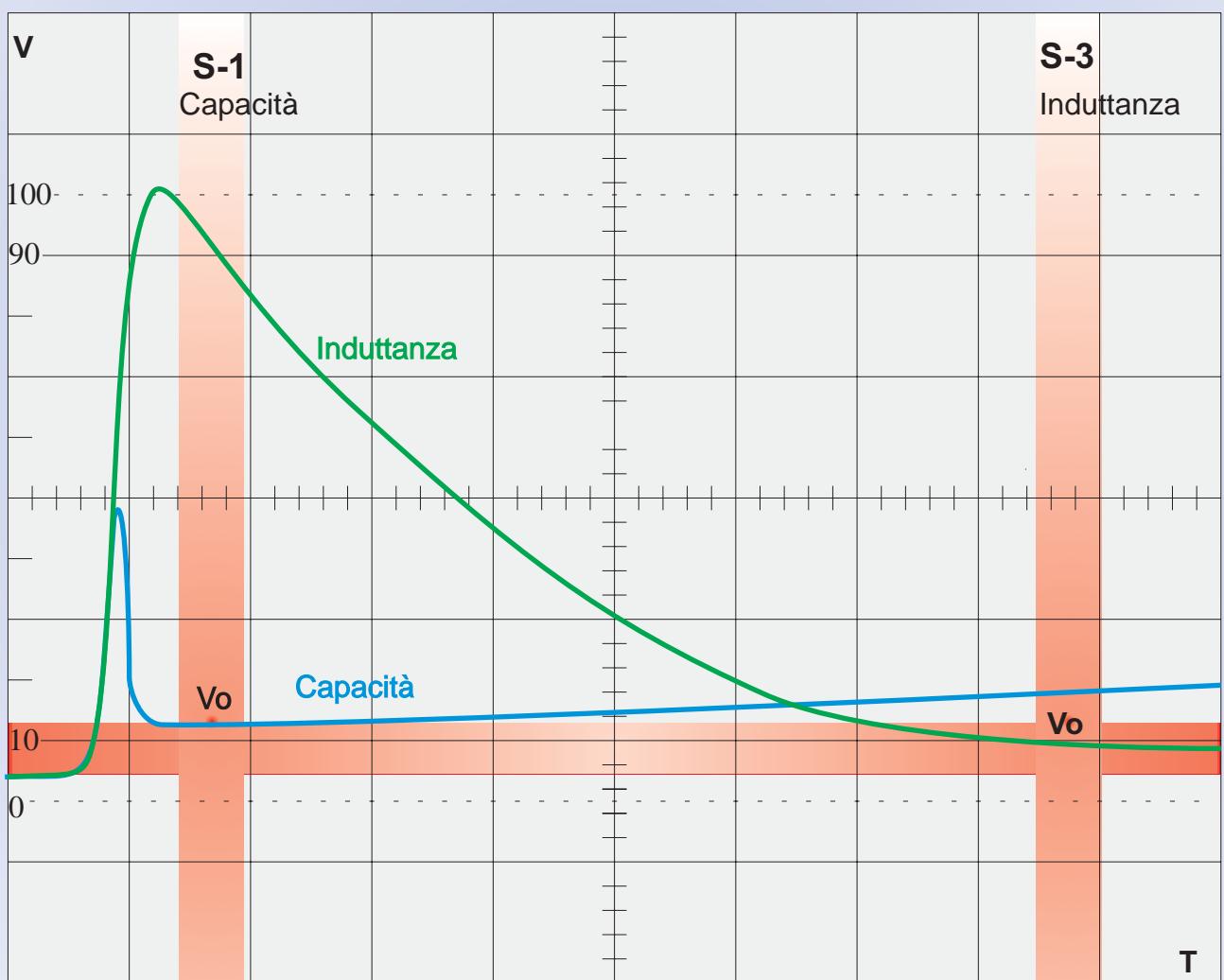


0R08.BMP

TDR3 ESR

Resistenza

Serie



RESISTENZA ELETTRICA:

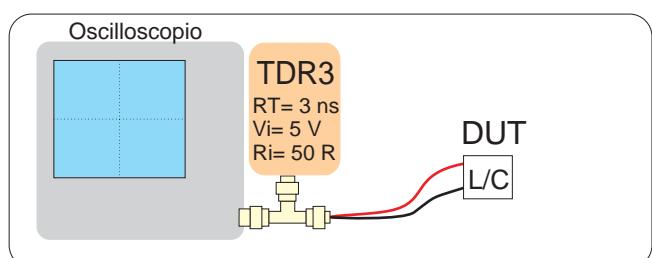
Esprimere la resistenza passiva che frena il moto di scorrimento della colonna di elettroni lungo il conduttore dopo aver applicato allo stesso una forza elettromotrice (Tensione).

Più la resistenza è alta più il segnale trasmesso perderà la propria "forza" e quindi la capacità di arrivare a destinazione.

La Resistenza è misurata in Ohm o R.

Il valore della Resistenza sulla lunghezza è dato tra il rapporto della resistività del materiale conduttore e la sua sezione. (Vedi AppendF)

Collegare il TDR3 all'oscilloscopio, mantenere il collegamento il più vicino al DUT per evitare il picco subito dopo il tempo di salita.



Nota: Una certa anomalia sulla misura del condensatore 1 uF Tantalo,
la sua resistenza interna dovrebbe essere minore del condensatore 1 uF Elettrolitico.

Nota: nella misura del condensatore 10 uF Poliestere il picco molto elevato dovuto alla
lunghezza dei cavi per accedere ai terminali.

Nota: Utilizzare per misure con capacità superiori 300 nF o induttanze superiori 700 uH

Formule utilizzate

$$Ro = Vo * Ri / (Vi - Vo)$$

- | | |
|-----------|---------------------------------------|
| Ro | = Resistenza interna generatore [Ohm] |
| Ro | = Resistenza incognita [Ohm] |
| Vi | = Volt del generatore [V] |
| Vo | = Volt in uscita [V] |

Utilizzando il **TDR** è possibile ricavare la **Resistenza interna** dei **condensatori** detta anche **ESR** (resistenza serie). Utilizzando la seguente formula:

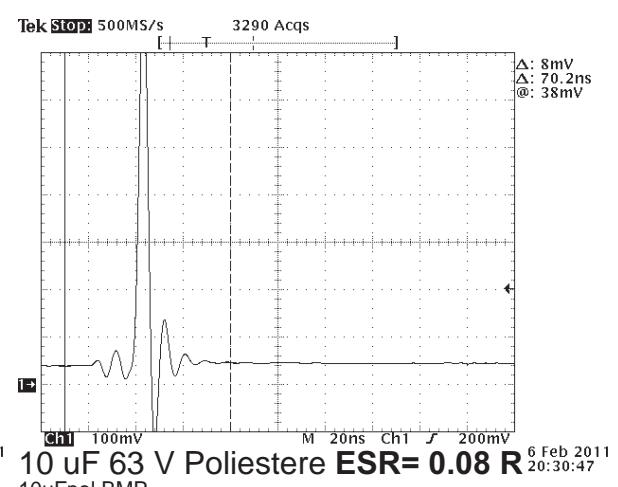
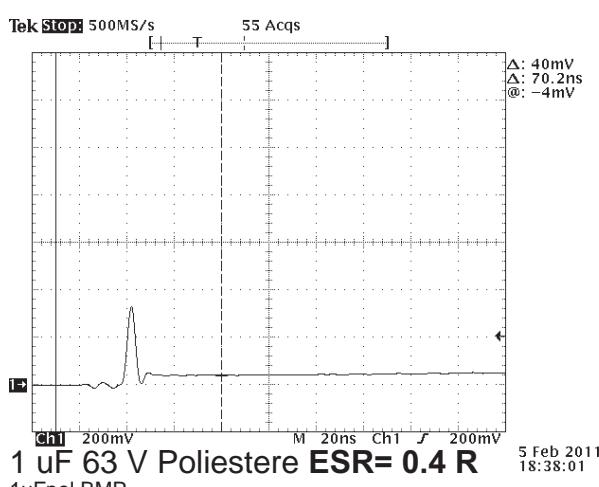
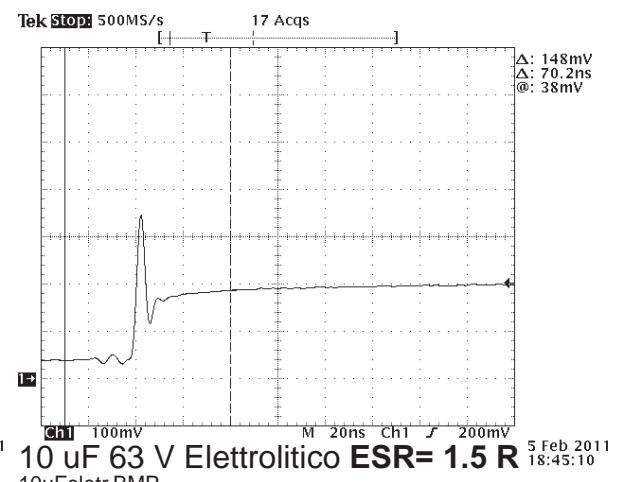
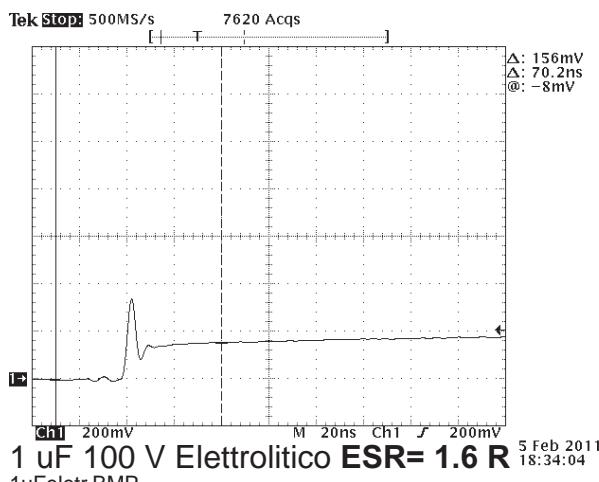
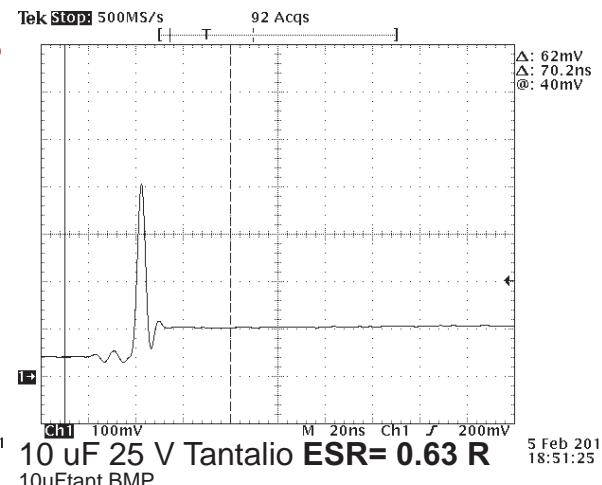
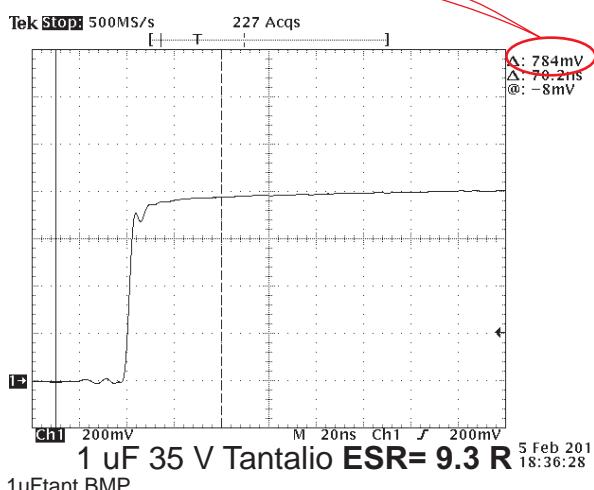
$$R_o = V_o * R_i / (V_i - V_o)$$



Esempio: 1 uF 35 V Tantalo
 $9.3 = \frac{0.784 * 50}{(5 - 0.784)}$



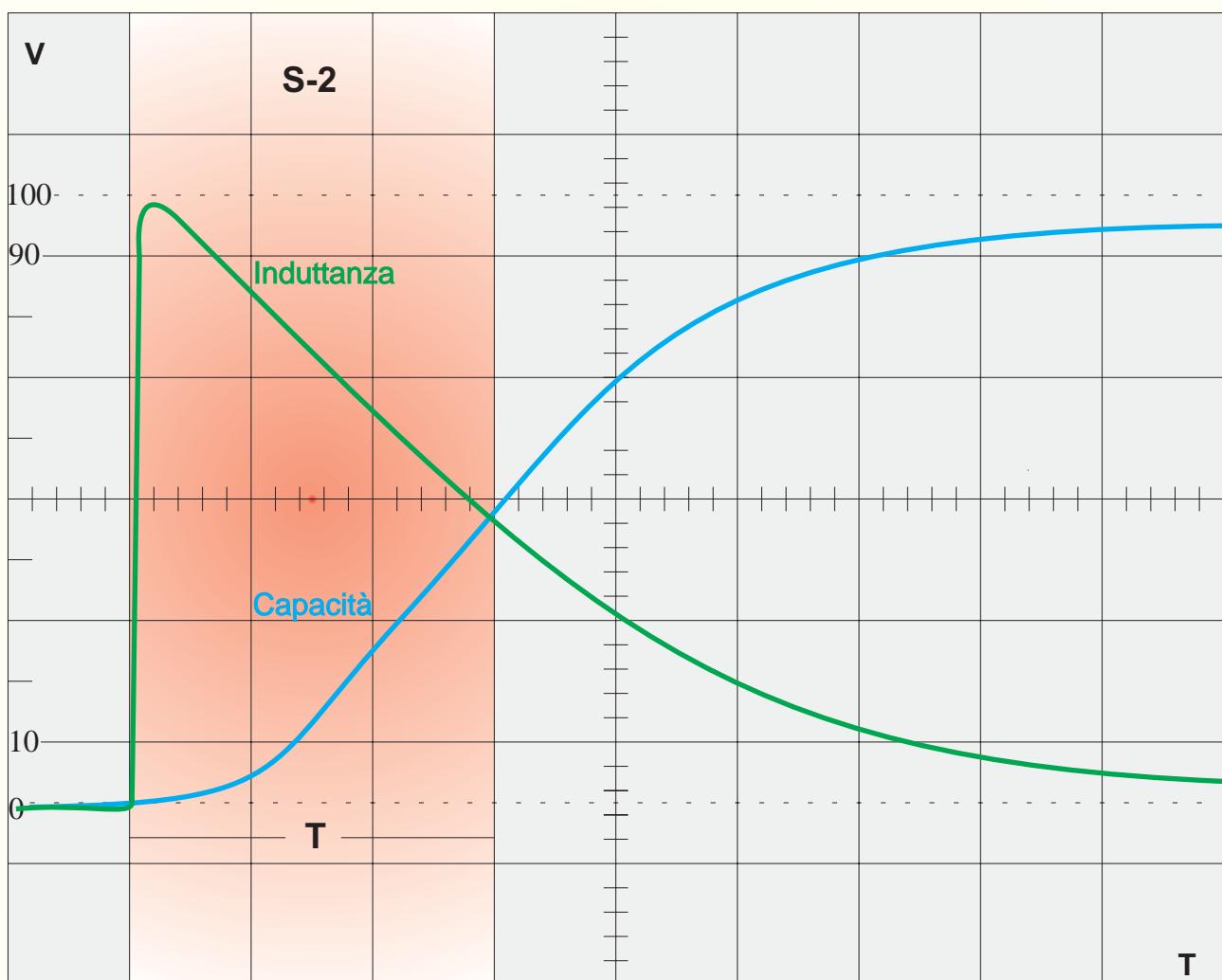
110206-TDR COND.JPG



TDR3 LC

Misura Capacità

Misura Induttanza



INDUTTANZA:

Quando due conduttori sono percorsi da correnti uguali e contrarie, si viene a creare un campo magnetico nello spazio tra i due conduttori stessi.

Il rapporto tra il flusso magnetico che attraversa lo spazio tra i due conduttori e la corrente che lo riproduce viene chiamato Induttanza.

L'induttanza è misurata in Henry.

Il suddetto valore varia in funzione della frequenza di misura.

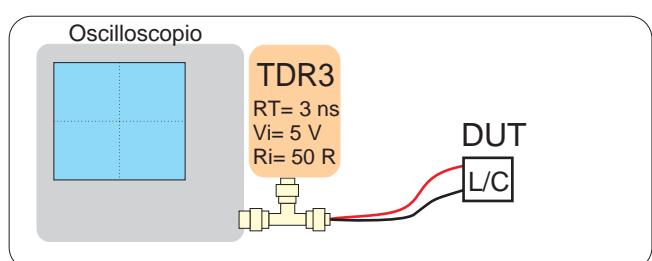
CAPACITÀ:

Esprimere la proprietà di un materiale dielettrico posto tra due conduttori di conservare la carica elettrica quando esiste una differenza di potenziale tra i due conduttori stessi.

La capacità è misurata in Farad.

Il valore della capacità varia in funzione della frequenza di misura anche se con modalità diverse a seconda del materiale utilizzato, ad esempio col PVC il valore di capacità cambia in maniera rilevante mentre con il Polietilene viene mantenuto un valore di capacità pressoché costante.

Collegare il TDR3 all'oscilloscopio, mantenere il collegamento il più vicino al DUT per minimizzare il picco subito dopo il tempo di salita.

**Formule utilizzate**

$$R_o = V_o * R_i / (V_i - V_o)$$

$$C = T - 3.3 / 33$$

$$L = T - 3.3 / 14$$

C = Capacità [nF]

L = Induttanza [uH]

Ri = Resistenza interna generatore [Ohm]

Ro = Resistenza incognita [Ohm]

T = Tempo [ns]

Vi = Volt del generatore [V]

Vo = Volt in uscita [V]

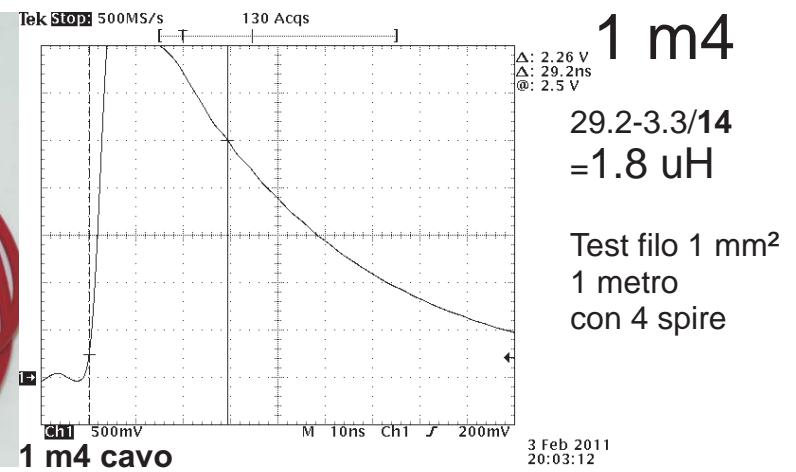
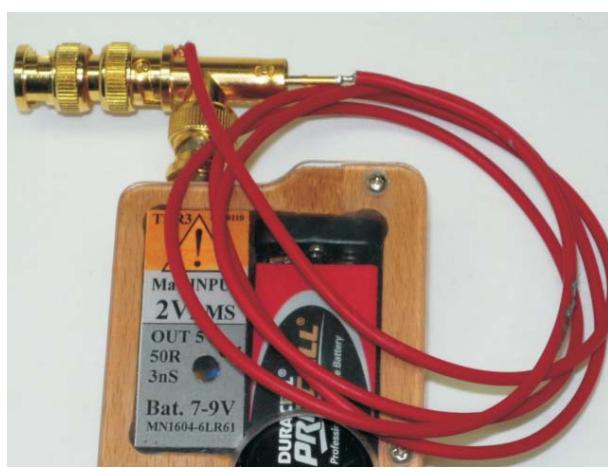
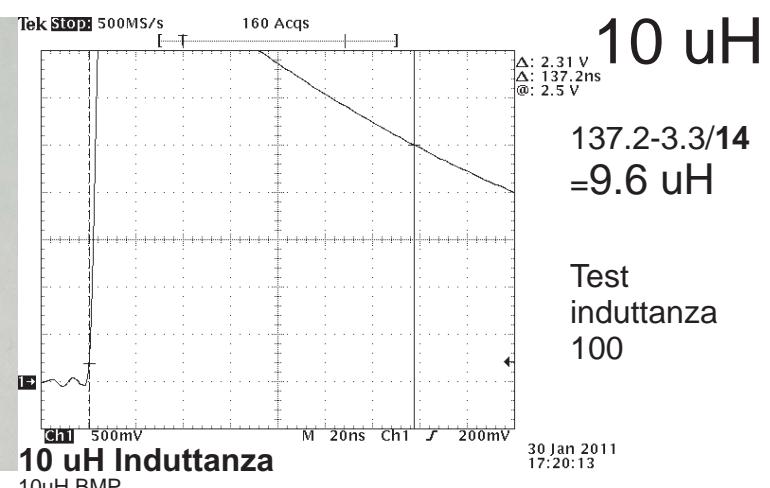
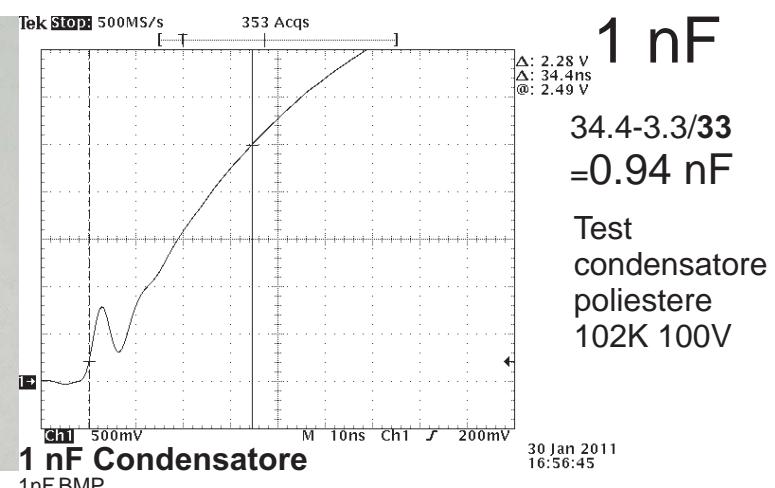
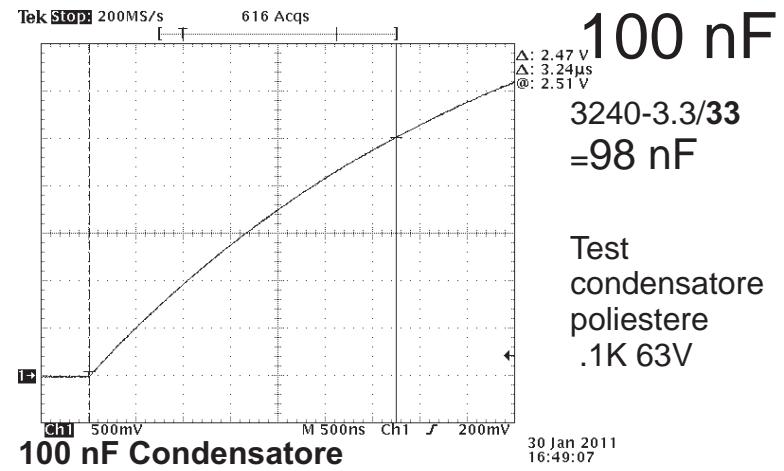
DATADIX 03/02/2011 **TDR3-LC2 R2**
 Utilizzando il **TDR** è possibile ricavare sia la **capacità** o l'**induttanza** di un componente ignoto.
 Misurando il tempo che intercorre dal momento di trig a 2.5 V, meno il tempo di salita, diviso un numero fisso.

$$C = T \cdot 3.3/33 \text{ per Capacità}$$

$$C[\text{nF}] = T[\text{ns}] \cdot RT[\text{ns}] / (Ri^* \ln(Vi/Vf))$$

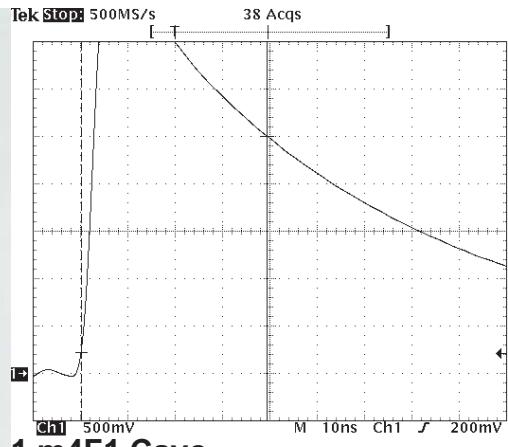
$$L = T \cdot 3.3/14 \text{ per Induttanza}$$

$$L[\text{uH}] = T[\text{ns}] \cdot RT[\text{ns}] / (Ri^* \log(Vi/Vf))$$





110203-TDR3 1mt4F1.JPG



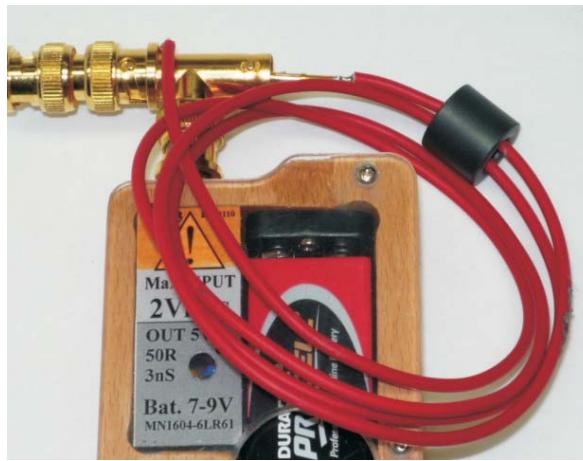
1 m4F1 Cavo

3 Feb 2011
20:03:57

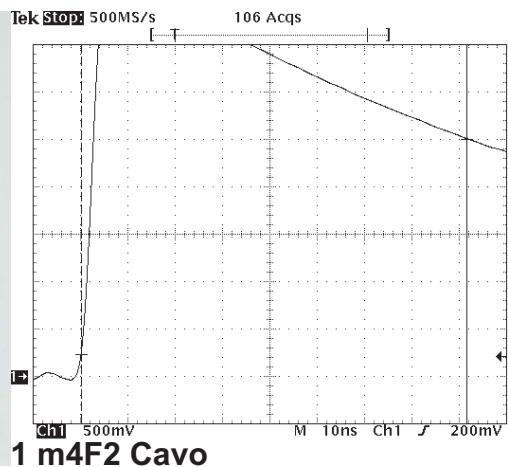
1 m4F1

39.2-3.3/14
=2.5 uH

Test filo 1 mm²
1 metro
con 4 spire
di cui 1 spira su
Ferrite toroidale



110203-TDR3 1mt4F2.JPG



1 m4F2 Cavo

3 Feb 2011
20:05:31

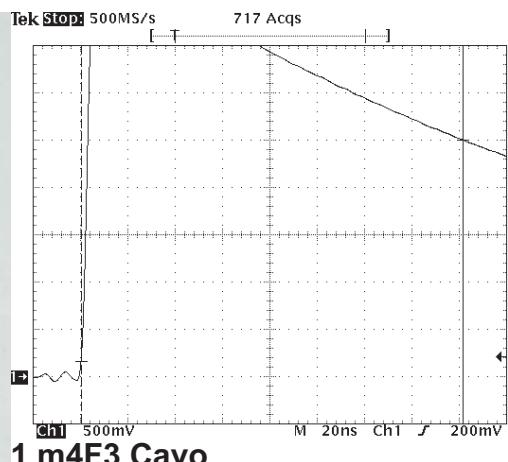
1 m4F2

81.4-3.3/14
=5.6 uH

Test filo 1 mm²
1 metro
con 4 spire
di cui 2 spire su
Ferrite toroidale



110203-TDR3 1mt4F3.JPG



1 m4F3 Cavo

3 Feb 2011
20:07:25

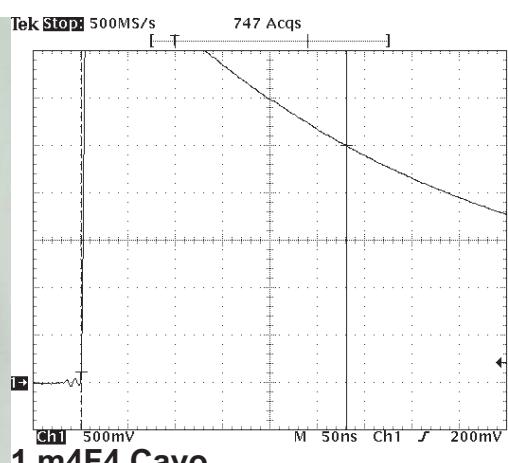
1 m4F3

161.2-3.3/14
=11.3 uH

Test filo 1 mm²
1 metro
con 4 spire
di cui 3 spire su
Ferrite toroidale



110203-TDR3 1mt4F4.JPG



1 m4F4 Cavo

3 Feb 2011
20:09:17

1 m4F4

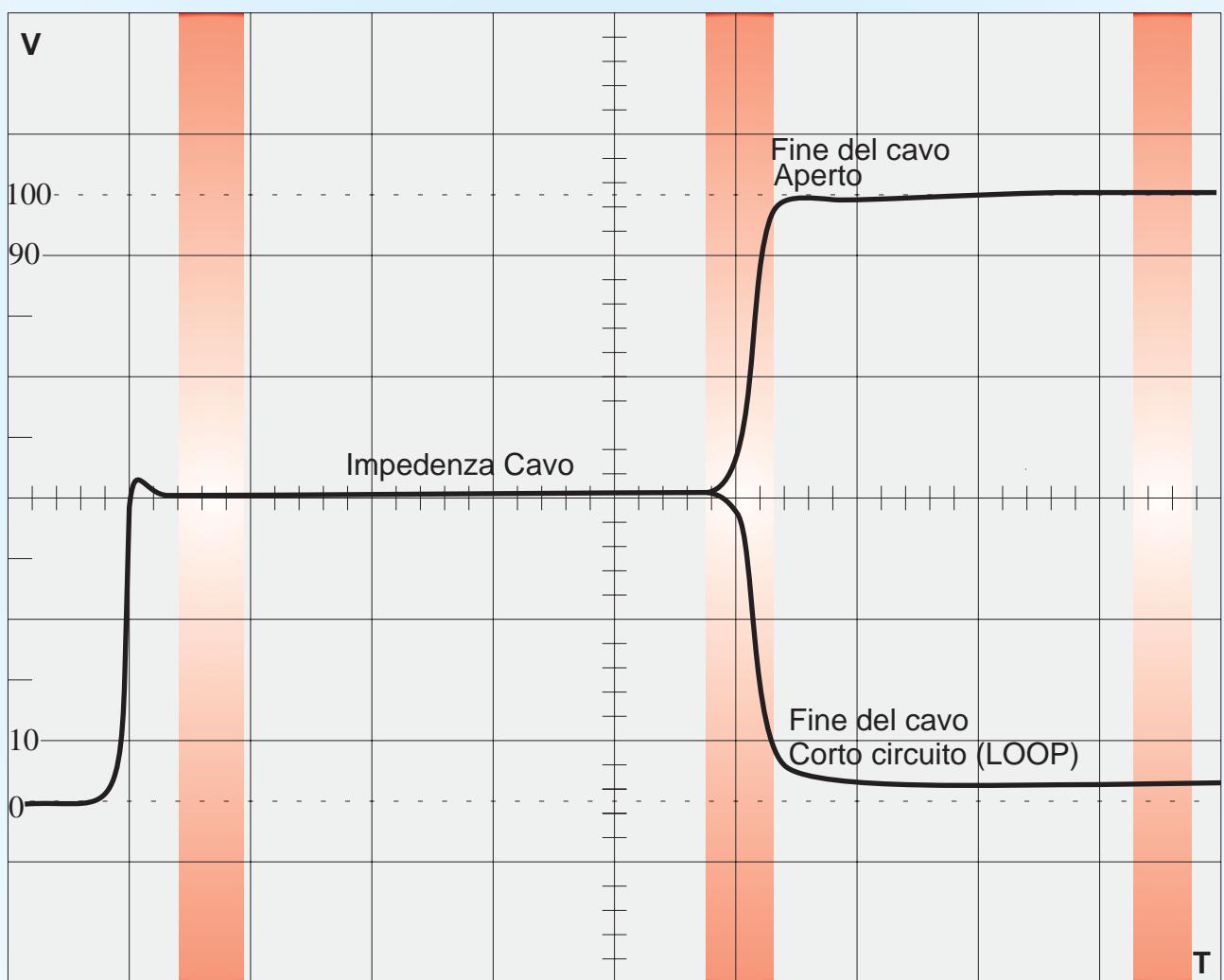
280-3.3/14
=19.7 uH

Test filo 1 mm²
1 metro
con 4 spire su
Ferrite toroidale

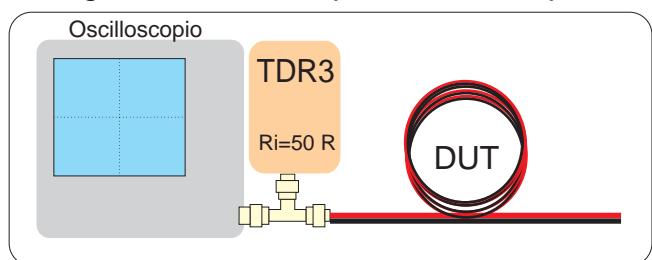
TDR3

Test Cavo

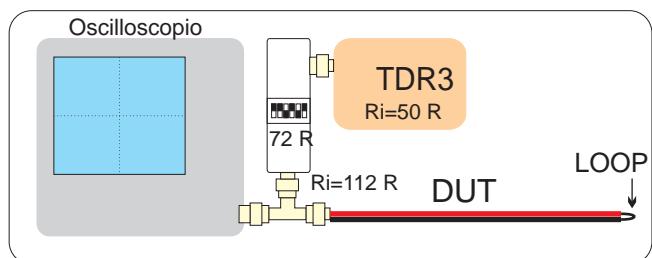
Rosso Nero Altoparlanti



Alcune esperienze con un cavo per altoparlanti.
Collegando l'oscilloscopio al TDR3 a questi il cavo rosso nero.

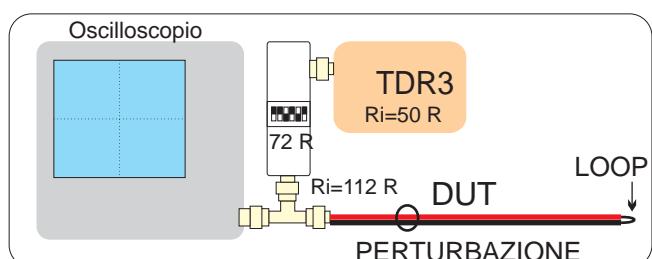


La prima cosa che si nota è la tensione attorno ai 3.5 V non lineare ma a creste, che spariscono quando il cavo è steso, quindi una impedenza non costante. La variazione del tempo a seconda se il cavo è arrotolato o steso, data dal fatto che il cavo in prova non è schermato, quindi influenzabile da se stesso.



Altra esperienza è quella di perturbare il cavo lungo la sua tratta, introducendo alcune spire su se stesso, oppure separando tra di loro i cavi che normalmente sono appaiati.

Altra perturbazione è quella di immergere i due fili spelati della guaina, dentro dell'acqua di rubinetto e poi aggiungendo del bicarbonato di sodio per simulare una bassa resistenza.



Ultima prova è quella di valutare la resistenza in serie del cavo stesso aumentando la sensibilità dell'oscilloscopio e misurare la differenza di tensione tra l'inizio dell'impulso e la fine.

Purtroppo il cavo diventa una antenna e capta le onde radio in AM come quella di RAI1 999 khz

Formule utilizzate

$$Ro = Vo * Ri / (Vi - Vo)$$

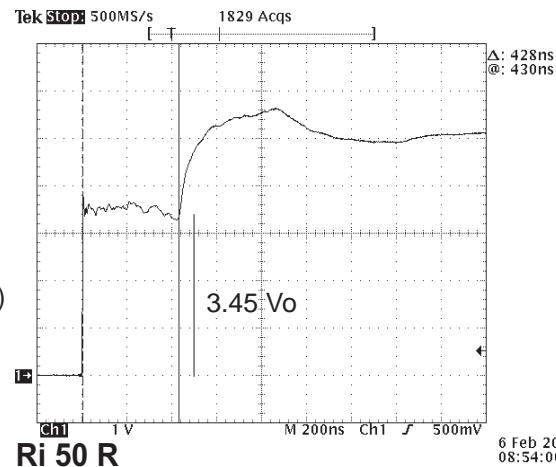
$$\% = 667 / T_{[ns]}$$

%	= Propagazione
Ri	= Resistenza interna generatore [Ohm]
Ro	= Resistenza incognita [Ohm]
Vi	= Volt del generatore [V]
Vo	= Volt in uscita [V]
T	= Tempo per percorrere un metro (andata ritorno)

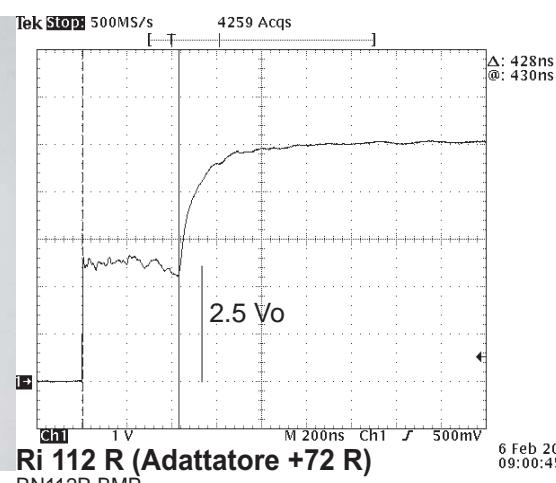
DATADIX 06/02/2011 TDR3-C RN R2
Misura cavo, piattina Rosso Nero

Caratteristiche: (ricavate)

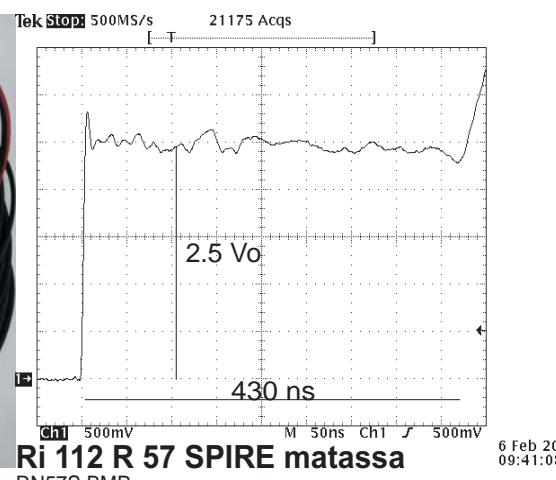
Sezione	1 mm ²	(d1.1 mm)
Lunghezza	37.5 m	
Resistenza di loop	1.400 R	(*1.383 R)
Resistenza di loop	37 R/km	(*37 R/km)
Capacita cavo	2360 pF	(3030 pF matassa)
Capacita metro	63 pF/m	80 pF/m
Impedenza	*108 R	
Propagazione	*64 %	
Velocita segnale	*5.20 ns/m (TDR 10.40 ns/m)	
Peso	1220 g	
Peso 1km	32.5 kg/km	



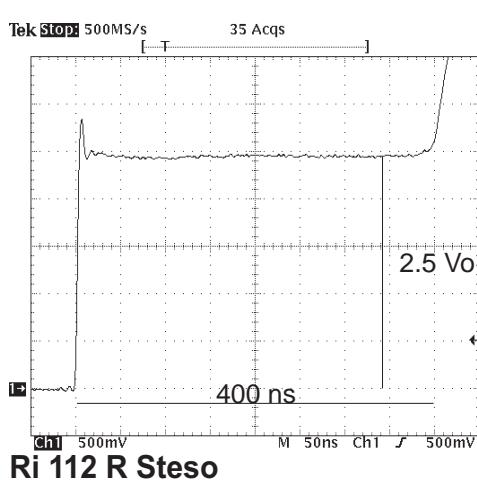
Collegando il TDR3 direttamente si misura **3.45 V** ricavando l'impedenza $3.45 * 50 / (5 - 3.45) = 111 R$.



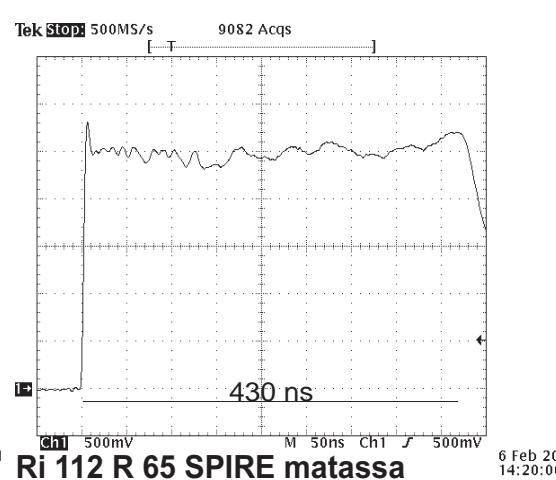
Aggiungendo adattatore di impedenza e settando 12 R + 50 R + 50 Ri si ottiene **112 R**.



Aumentando la risoluzione in X e Y si apprezza meglio la tensione 2.5 V e tempo **430 ns**.

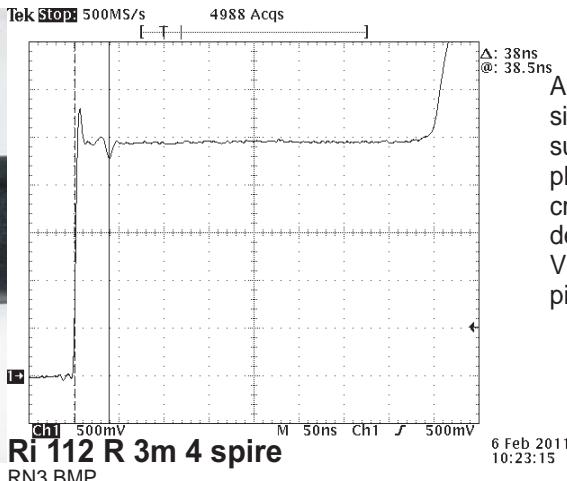


Ri 112 R Steso
RNL.BMP



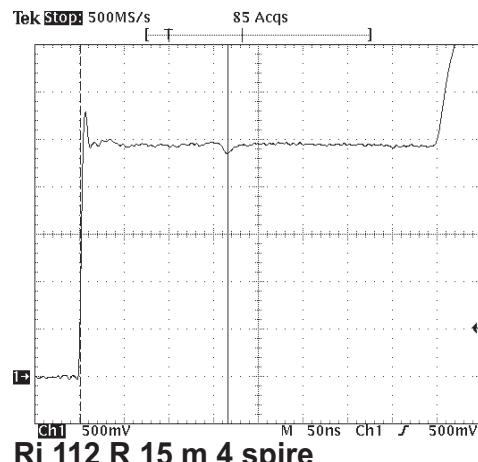
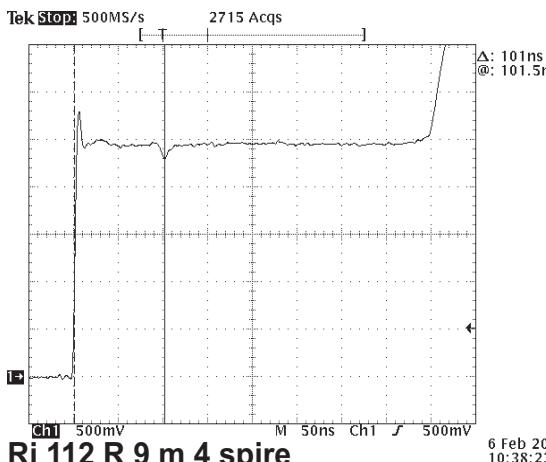
Srotolando la matassa e stendendo il cavo spariscono le increspature ed il tempo di propagazione si riduce passando a **400 ns /37.5 m = 10.7 ns/m**

* misurato con TDR3/00

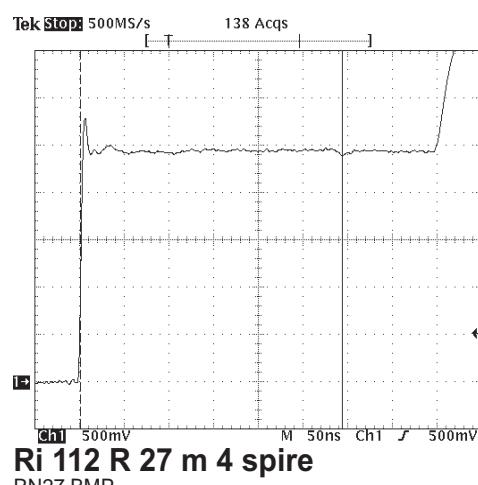
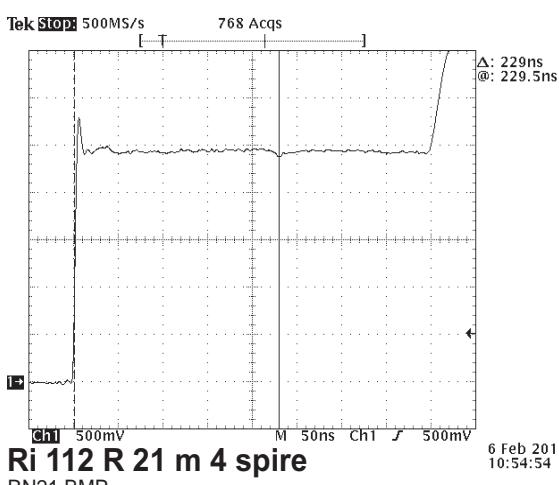


110206-TDR3 RN 4Spire.JPG

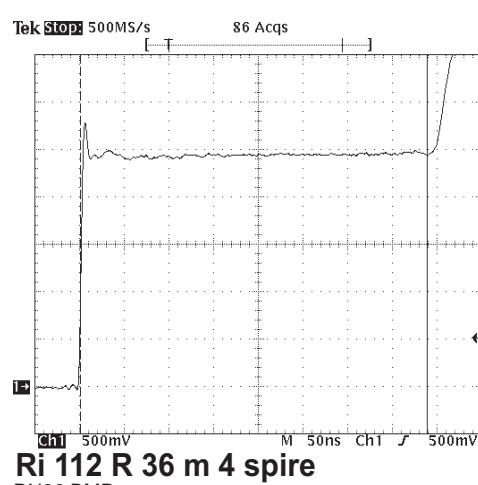
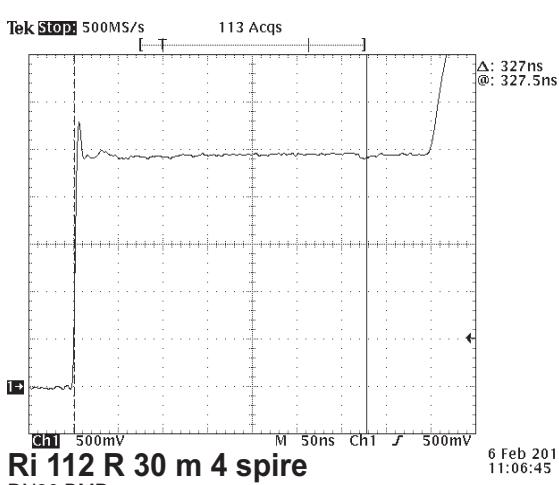
A distanze regolari si avvolgono 4 spire su di un tubo di plastica d 35 mm creando un aumento della impedenza. Visualizzato come un picco verso il basso.



Continuando a traslare le 4 spire si riesce, ad apprezzare lo slittamento della forma d'onda sullo schermo. Identificandone la distanza.



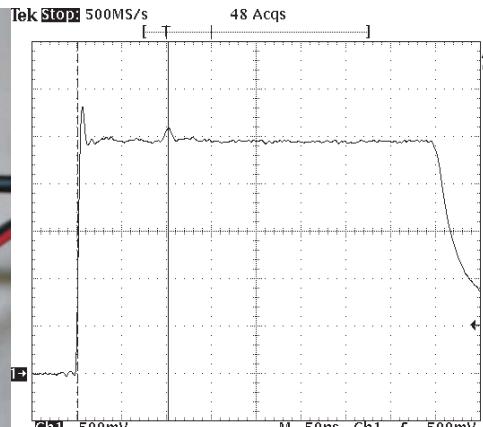
Man mano che si aumenta la distanza diminuisce il picco negativo, a causa della capacità crescente.



Alla distanza 30-36 m si riesce a fatica, rilevare il picco negativo.



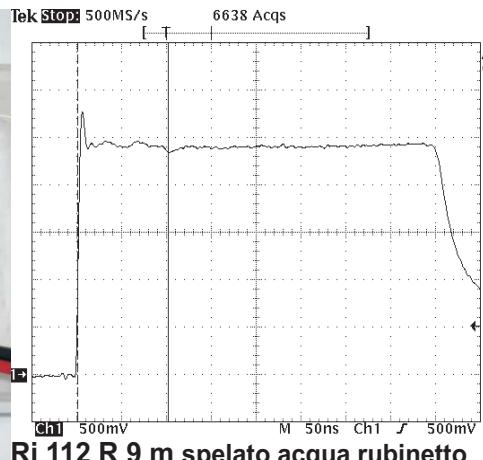
110206-TDR3 RN 9m open.JPG



Alla distanza di 9 m si apre la piattina, questa viene visualizzata come un aumento della impedenza localizzata nel punto interessato.

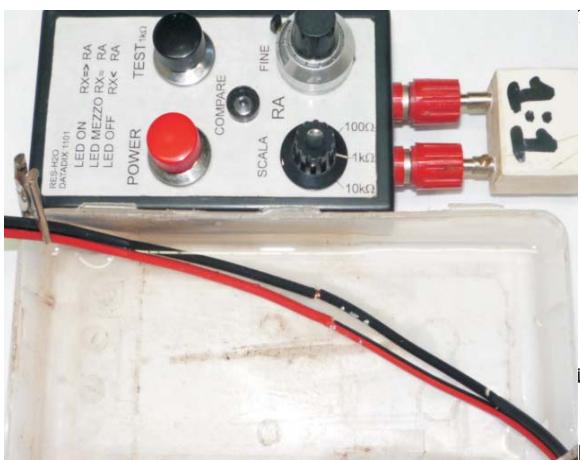


110206-TDR3 RN 9m acqua.JPG

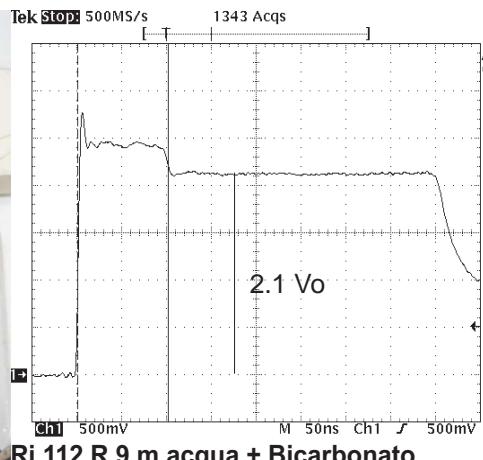


Entrambi i fili spelati a 9m immersi in una bacinella riempita di acqua di rubinetto (800 uS/cm).

L'impedenza cala leggermente.

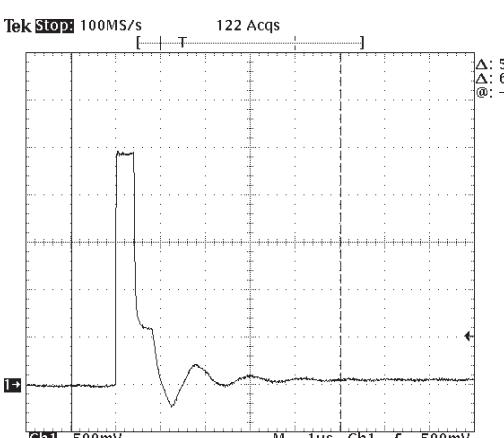


110206-TDR3 RN 9m acqua bicarbonato.JPG

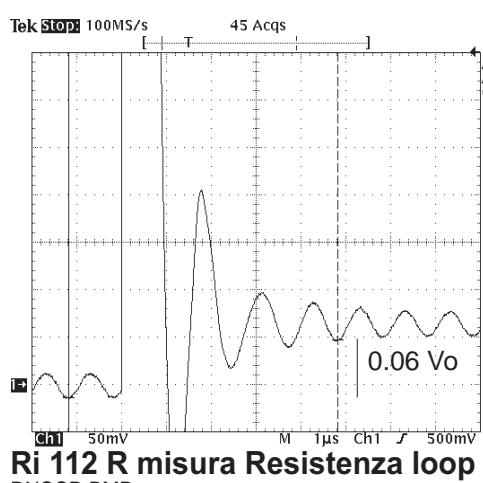


Aggiungendo all'acqua del Bicarbonato di Sodio (2000 uS/cm). l'impedenza si abbassa notevolmente.

$$2.1 * 112 / (5 - 2.1) = 81 \text{ R}$$



RNCC.BMP



RNCCR.BMP

La misura della resistenza in loop si rileva una volta cessate le oscillazioni $T^*10 = 4000 \text{ ns}$. Aumentando in Y risoluzione 50 mV/div misurando la tensione $0.06 * 112 / (5 - 0.06) = 1.38 \text{ R}$

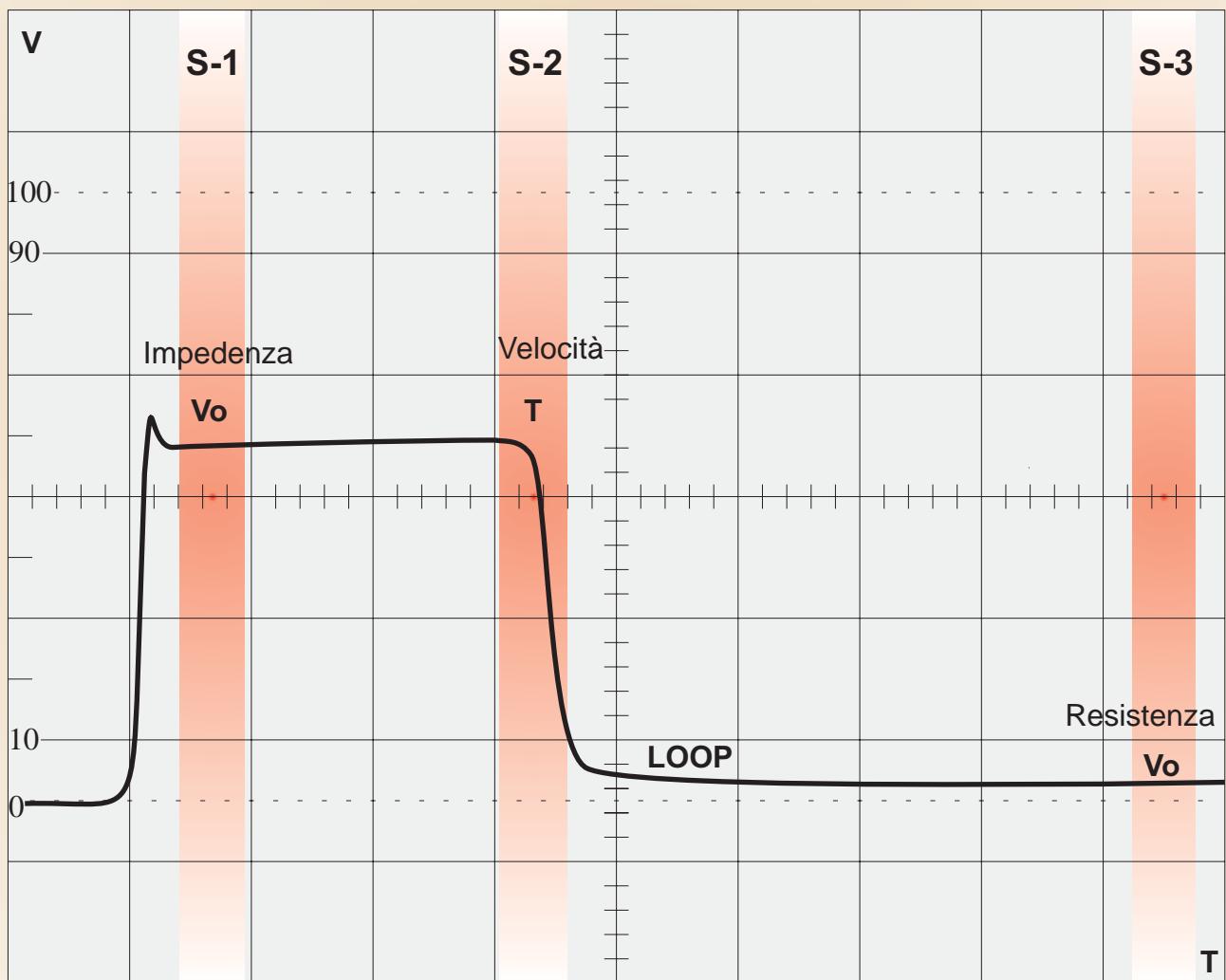
Le ondulazioni sono la portante **RAI1 AM 999 kHz**

TDR3 CAVI

S-1 Impedenza

S-2 Velocità di Propagazione

S-3 Resistenza di LOOP



Metodo per ricavare caratteristiche di un cavo

Il cavo da provare si chiamerà DUT.

Prima di tutto si misura con il metro la lunghezza del cavo,
(in alcuni cavi sono stampate le lunghezze relative).

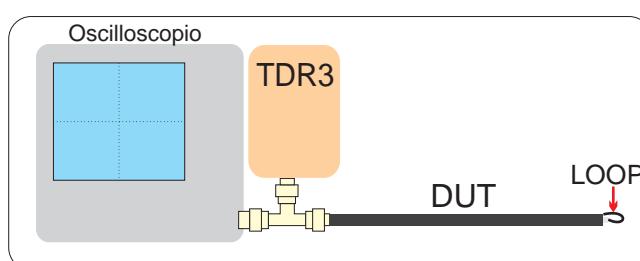
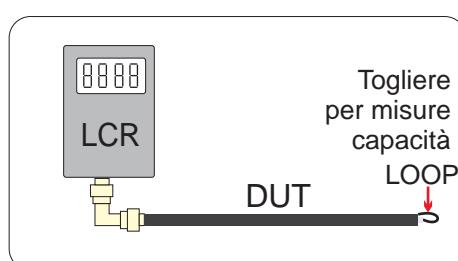
Con il tester LCR si misurano i valori di capacità, resistenza di LOOP e induttanza.

Una bilancia per ricavare il peso della matassa o spezzone.

I valori ottenuti vengono introdotti nel programma di calcolo TDR3-CALCOLI-r3.xls,
nella casella di Input Dati CAVO.

Una foto, su sfondo chiaro millimetrato per identificare meglio il cavo.

Input			Dati CAVO		
100	m	Lunghezza cavo			
12	R	Resistenza LOOP (LCR)			
1200	pF	Capacità cavo (LCR)			
60	uH	Induttanza cavo (LCR)			
1500	g	Peso cavo			
Input			Misure CAVO con TDR		
3.33	V	S-1 Vo= Tensione dopo 40ns			
1000	ns	S-2 T = Tempo di volo			
200	mV	S-3 Vo= Tensione dopo 8uS			
TDR3-CALCOLI-r2.xls					
OUT		Dati CAVO			
120	R/km	Resistenza di LOOP km			
12	pF/m	Capacità metro			
0.6	uH/m	Induttanza metro			
15.0	Kg/m	Peso kilometro			
100	R	*IMPEDENZA CAVO (S-1)			
67	%	*Propagazione rispetto al vuoto (S-2)			
5.00	ns/m	*Velocità propagazione metro (S-2)			
10.00	ns/m	*Velocità metro TDR (S-2)			
2.083	R	*Resistenza di LOOP (S-3)			
21	R/km	*Resistenza di LOOP km (S-3)			



Collegare il TDR3 all'oscilloscopio nei diversi settaggi:

S-1 Impedenza Vo (10 ns/div 1 V/div)

S-2 Propagazione e Velocità T (100 ns/div 1 V/div)

S-3 Resistenza di LOOP Vo (1 us/div 100 mV/div)

Collegare il cavo DUT ponendo in corto circuito la parte finale ottenendo un LOOP.

I valori ottenuti vengono introdotti nel programma di calcolo

TDR3-CALCOLI-r3.xls, nella casella di Input Misure CAVO con TDR.

In uscita dal programma di calcolo OUT si ottengono dei valori,
questi vengono copiati nella scheda del cavo in prova.

Formule utilizzate

$$Ro = Vo * Ri / (Vi - Vo)$$

$$\% = 667/T \text{ [metro]}$$

$$VP = T / \text{Lunghezza}$$

$\%$ = Propagazione

Ri = Resistenza interna generatore [Ohm]

Ro = Resistenza incognita [Ohm]

Vi = Volt del generatore [V]

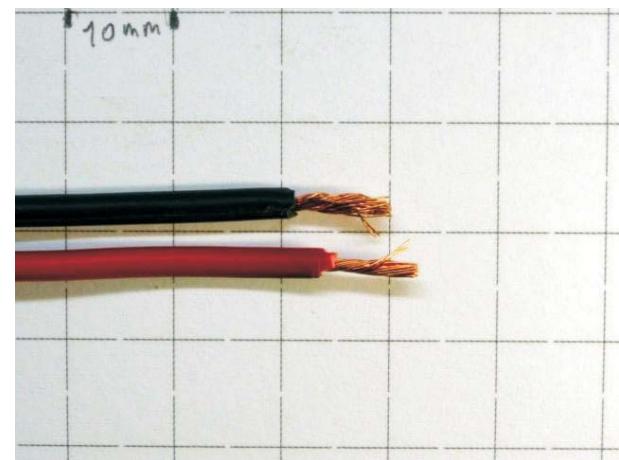
Vo = Volt in uscita [V]

VP = Velocità di Propagazione [ns/m] (andata ritorno)

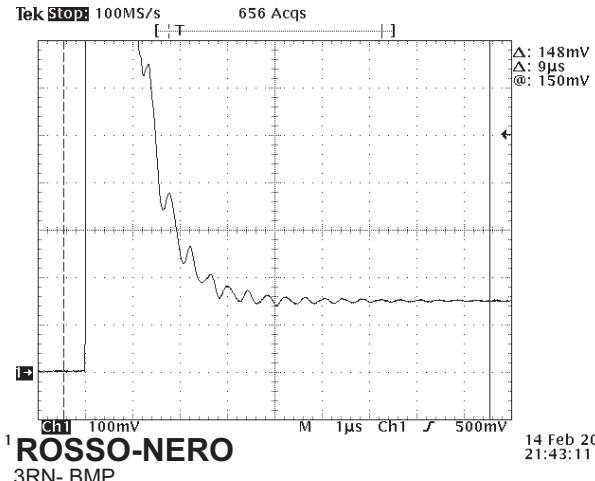
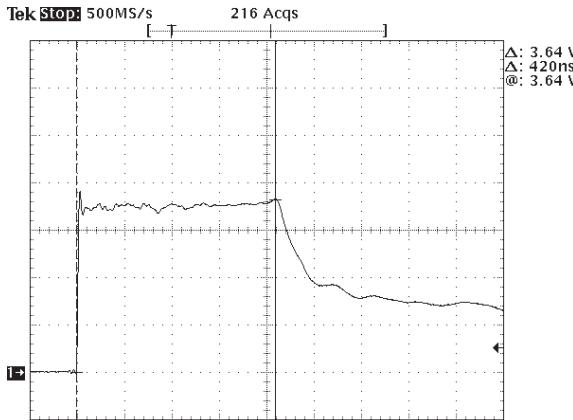
T = Tempo [ns] (andata ritorno)

DATADIX 14/02/2011 **TDR3-CABLE R4**
Misura cavo, piattina Rosso Nero d2.7

Sezione	1 mm ²	(d1.1 mm)
Lunghezza	37.5 m	
Resistenza di loop	1.400 R	(*1.525 R)
Resistenza di loop	37 R/km	(*41 R/km)
Capacita cavo	2360 pF	(3030 pF matassa)
Capacita metro	63 pF/m	81 pF/m
Induttanza	18 uH	
Induttanza metro	0.5 uH/m	
Impedenza	*106 R	
Propagazione	*60 %	
Velocità Propag.	*5.60 ns/m (TDR 11.20 ns/m)	
Peso	1220 g	
Peso 1km	32.5 kg/km	

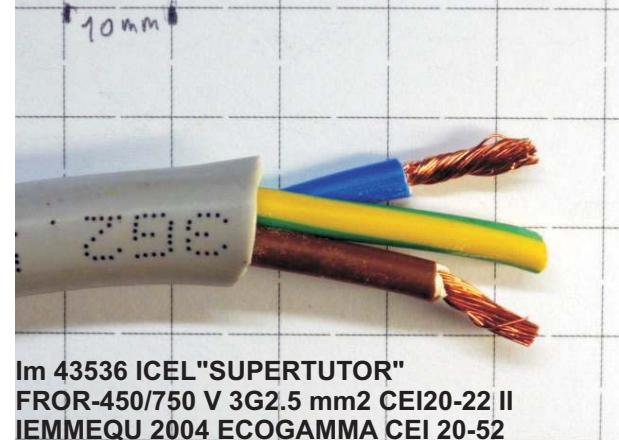


110214-RN.JPG



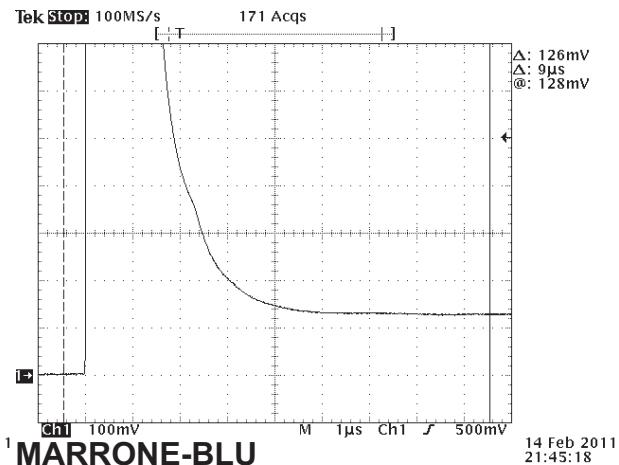
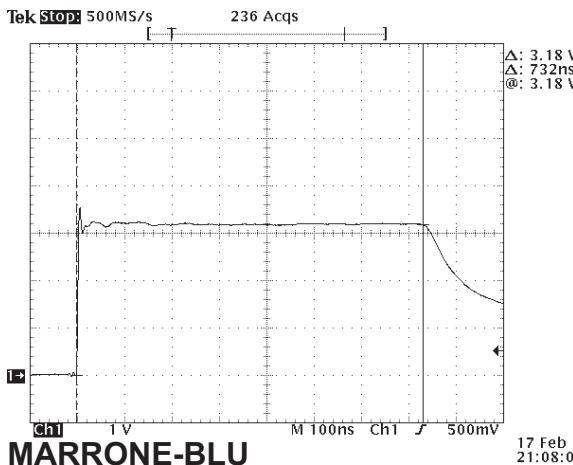
DATADIX 14/02/2011 **TDR3-CABLE**
Misura cavo, 2G2.5mm² d10

Sezione	2.5 mm ²	(d 1.8 mm)
Lunghezza	61.73 m	
Resistenza di loop	1.250 R	(*1.303 R)
Resistenza di loop	20 R/km	(*21 R/km)
Capacita cavo	7975 pF	
Capacita metro	129 pF/m	
Induttanza	37 uH	
Induttanza metro	0.6 uH/m	
Impedenza	*87 R	
Propagazione	*56 %	
Velocità Propag.	*5.93 ns/m (TDR 11.86ns/m)	
Peso	10130 g	
Peso 1km	156 kg/km	



Im 43536 ICEL "SUPERTUTOR"
FROR-450/750 V 3G2.5 mm² CEI20-22 II
IEMMEQU 2004 ECOGAMMA CEI 20-52

110214-M.JPG



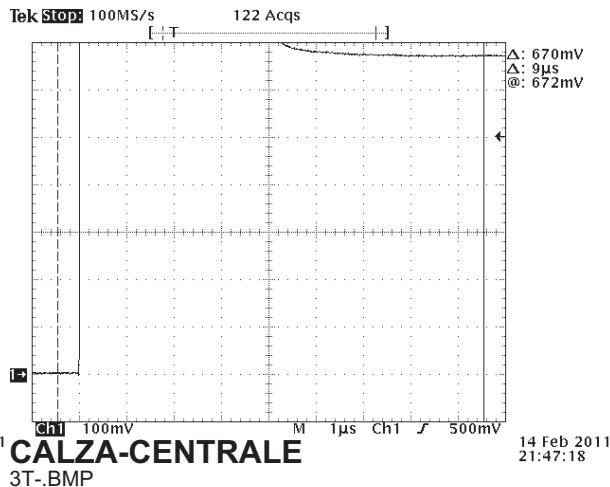
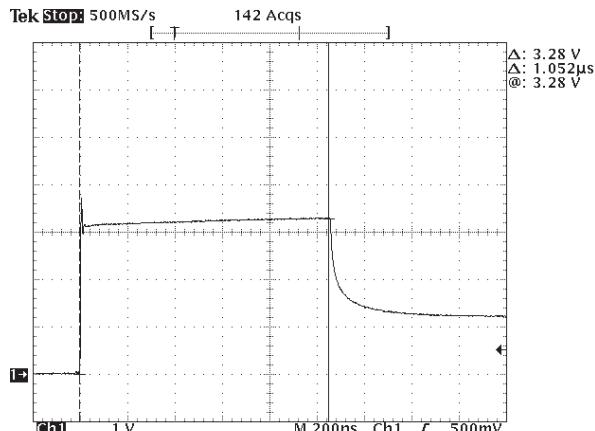
DATADIX 14/02/2011 TDR3-CABLE

Misura cavo, Antenna sat d5

Sezione	0.5 mm ²	(d0.80 mm)
Lunghezza	133 m	
Resistenza di loop	8.100 R	(*7.737 R)
Resistenza di loop	60 R/km	(*58 R/km)
Capacita cavo	7000 pF	
Capacita metro	52 pF/m	
Induttanza	40 uH	
Induttanza metro	0.3 uH/m	
Impedenza	*80 R	
Propagazione	*85 %	
Velocità Propag.	*3.95 ns/m (TDR 7.91 ns/m)	
Peso	3162 g	
Peso 1km	23.6 kg/km	



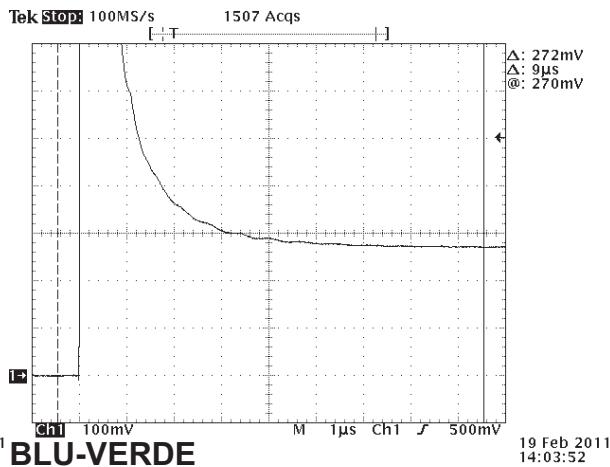
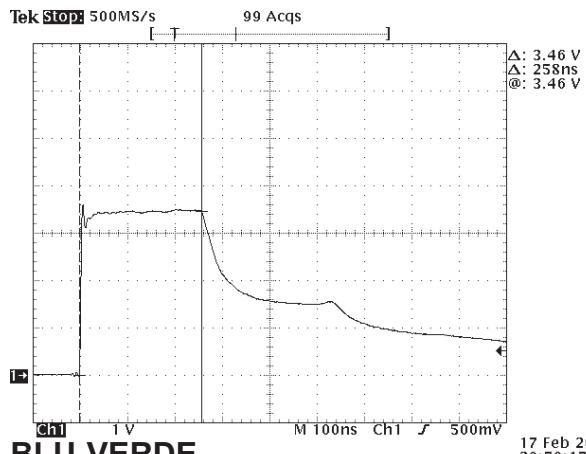
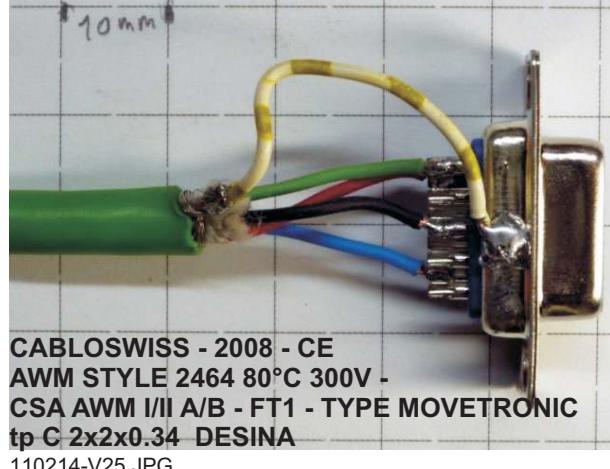
110214-T.JPG



DATADIX 14/02/2011 TDR3-CABLE

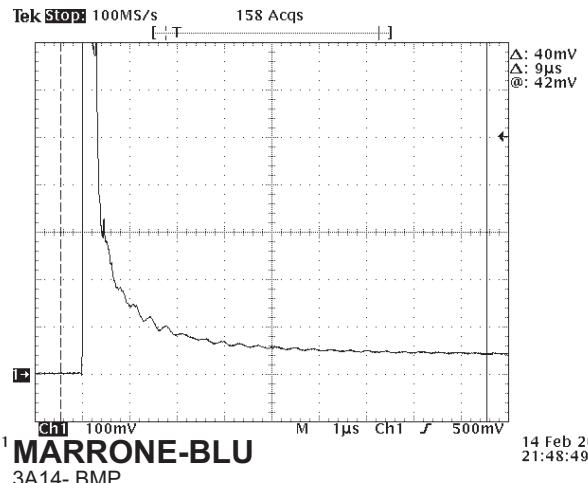
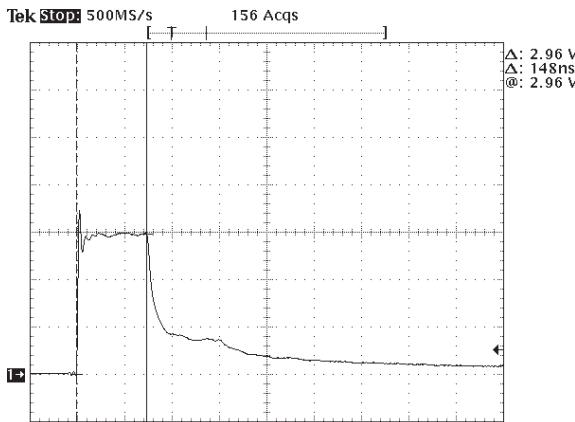
Misura cavo, Encoder digitale d6

Sezione	0.34 mm ²	(d0.7 mm)
Lunghezza	25 m	
Resistenza di loop	2.750 R	(*2.854 R)
Resistenza di loop	110 R /km	(*114 R/km)
Capacita cavo	1670 pF	
Capacita metro	67 pF/m	
Induttanza	17 uH	
Induttanza metro	0.7 uH/m	
Impedenza	*102 R (*54 R BLU-SCHERMO)	
Propagazione	*67 % (*65 % BLU-SCHERMO)	
Velocità Propag.	*5.0 ns/m (TDR 10.0 ns/m)	
Peso	1120 g	
Peso 1km	45 kg/km	



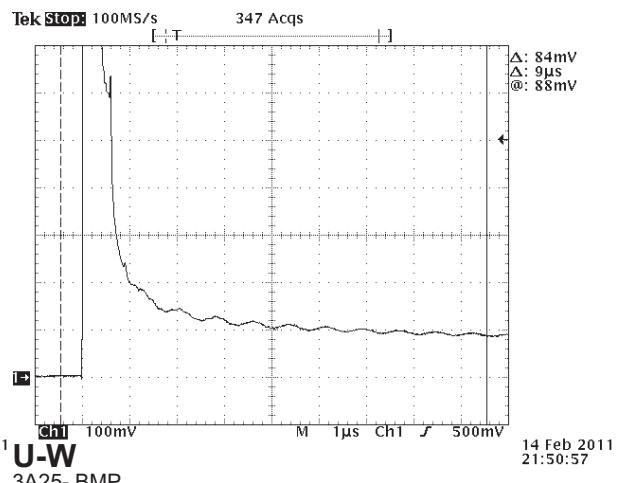
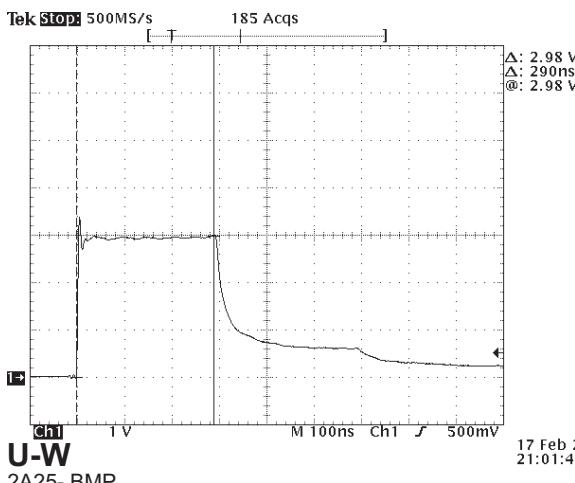
DATADIX 14/02/2011 TDR3-CABLE
Misura cavo, Motore Inverter d9

Sezione	1.5 mm ² (d1.4 mm)
Lunghezza	14.1 m
Resistenza di loop	0.370 R (*0.413 R)
Resistenza di loop	26 R/km (*29 R/km)
Capacità cavo	1280 pF
Capacità metro	91 pF/m
Induttanza	8 uH
Induttanza metro	0.6 uH/m
Impedenza	*67 R (*43 R BLU-SCHERMO)
Propagazione	* 64 % (*67 % BLU-SCHERMO)
Velocità Propag.	*5.25 ns/m (TDR 10.50 ns/m)
Peso	1770 g
Peso 1km	125 kg/km



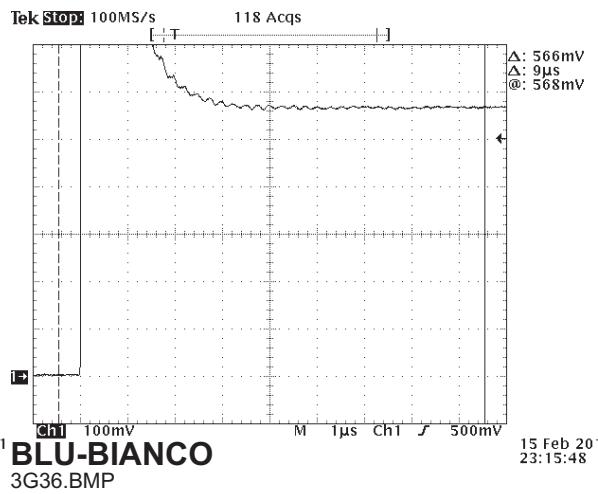
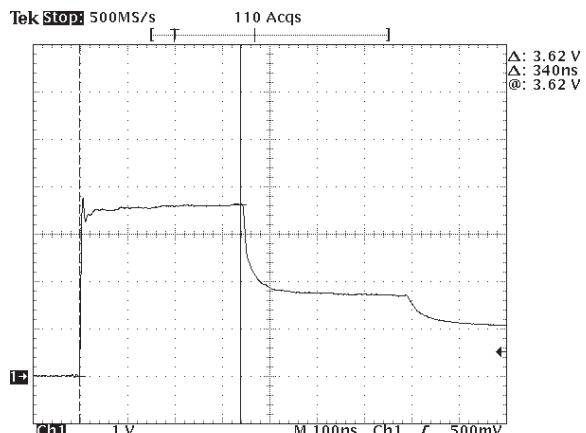
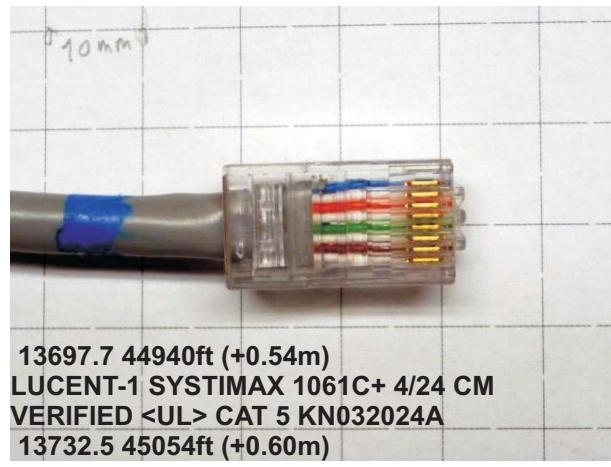
DATADIX 14/02/2011 TDR3-CABLE
Misura cavo, Motore Inverter d10

Sezione	1.5 mm ² (d1.4 mm)
Lunghezza	25 m
Resistenza di loop	0.610 R (*0.865 R)
Resistenza di loop	24 R/km (*35 R/km)
Capacità cavo	3170 pF
Capacità metro	127 pF/m
Induttanza	16 uH
Induttanza metro	0.6 uH/m
Impedenza	*67 R (*43 R U-SCHERMO)
Propagazione	*56 % (*59 % U-SCHERMO)
Velocità Propag.	*5.92 ns/m (TDR 11.84 ns/m)
Peso	4120 g
Peso 1km	165 kg/km



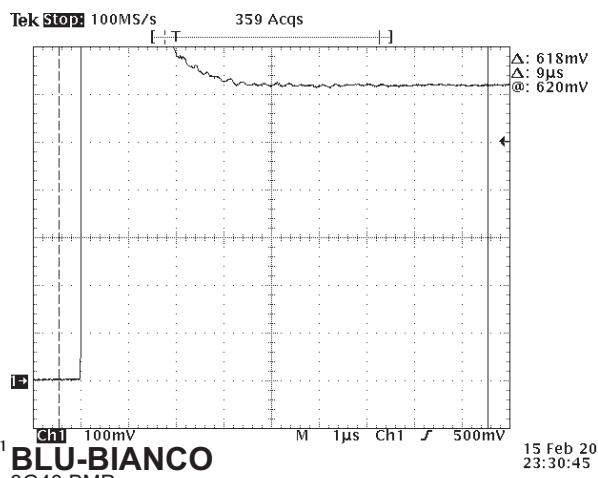
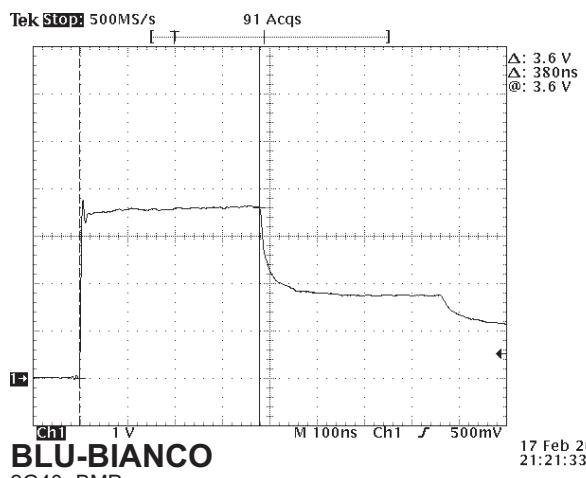
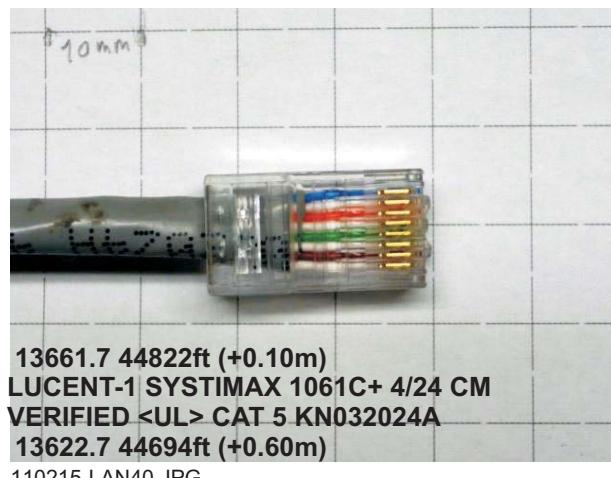
DATADIX 15/02/2011 **TDR3-CABLE**
Misura cavo, RETE LAN CAT5 d5.3

Sezione	0.2 mm ² (d0.5 mm)
Lunghezza	36 m
Resistenza di loop	6.400 R (*6.395 R)
Resistenza di loop	178 R/km (*178 R/km)
Capacita cavo	1660 pF
Capacita metro	46 pF/m
Induttanza	17 uH
Induttanza metro	0.5 uH/m
Impedenza	*108 R
Propagazione	*71 %
Velocità Propag.	*4.72 ns/m (TDR 9.44 ns/m)
Peso	1018 g
Peso 1km	28.3 kg/km



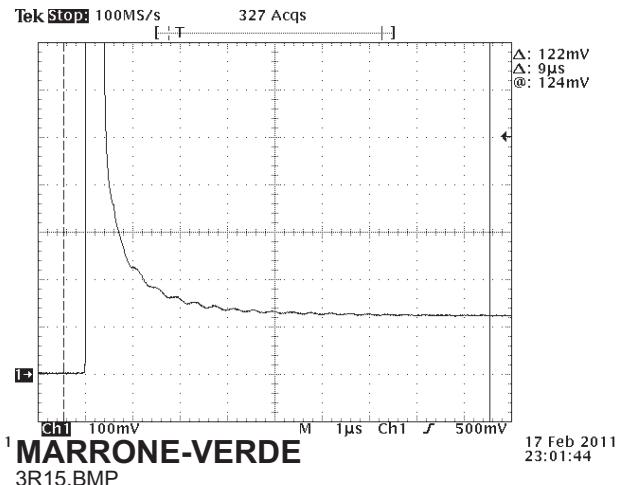
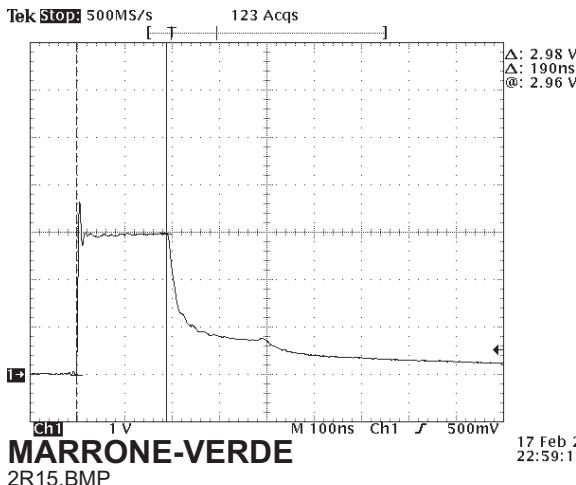
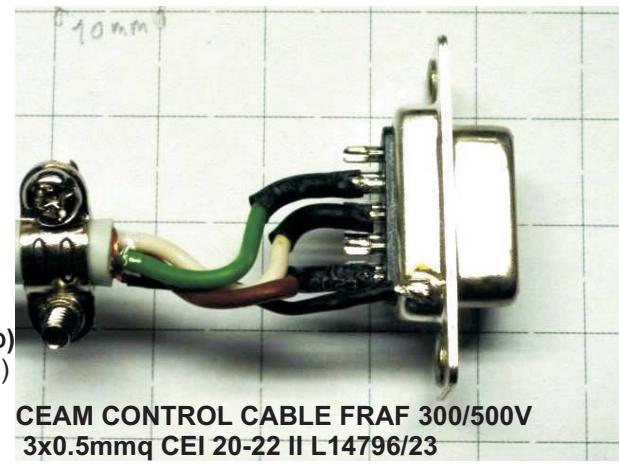
DATADIX 15/02/2011 **TDR3-CABLE**
Misura cavo, RETE LAN CAT5 d5.3

Sezione	0.2 mm ² (d0.5 mm)
Lunghezza	39.7 m
Resistenza di loop	7.000 R (*7.065 R)
Resistenza di loop	176 R/km (*178 R/km)
Capacita cavo	1830 pF
Capacita metro	46 pF/m
Induttanza	20 uH
Induttanza metro	0.5 uH/m
Impedenza	*112 R
Propagazione	*70 %
Velocità Propag.	*4.74 ns/m (TDR 9.47 ns/m)
Peso	1123 g
Peso 1km	28.3 kg/km



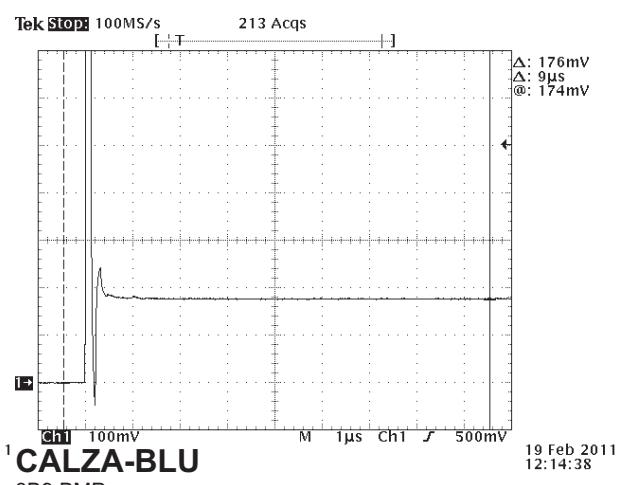
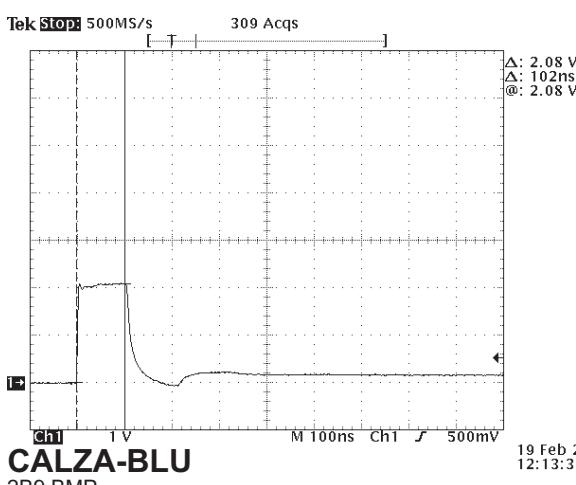
DATADIX 17/02/2011 TDR3-CABLE
Misura cavo, RS-232 d5

Sezione	0.5 mm ² (d0.85 mm)
Lunghezza	15 m
Resistenza di loop	1.200 R (*1.261 R)
Resistenza di loop	80 R/km (*84 R/km)
Capacità cavo	2750 pF
Capacità metro	183 pF/m
Induttanza	8 uH
Induttanza metro	0.5 uH/m
Impedenza	*66 R (*39 R VERDE-SCHERMO)
Propagazione	*53 % (*-- % VERDE-SCHERMO)
Velocità Propag.	*6.33 ns/m (TDR 12.67 ns/m)
Peso	619 g
Peso 1km	41.2 kg/km



DATADIX 19/02/2011 TDR3-CABLE
Misura cavo, AUDIO d2.5

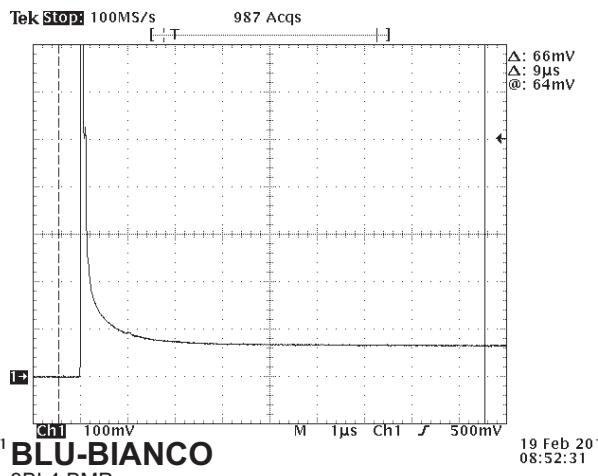
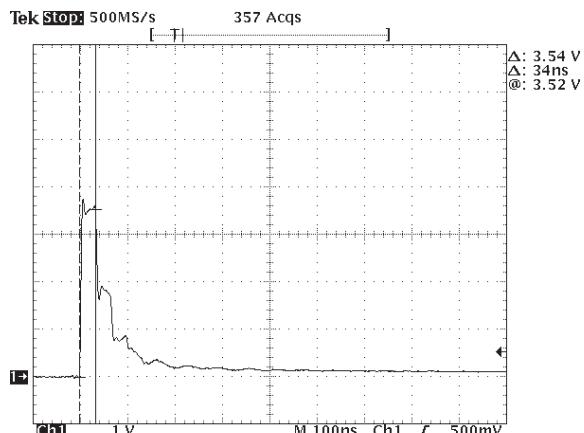
Sezione	0.12 mm ² (d0.4 mm)
Lunghezza	8.54 m
Resistenza di loop	1.770 R (*1.813 R)
Resistenza di loop	207 R/km (*212 R/km)
Capacità cavo	2600 pF
Capacità metro	304 pF/m
Induttanza	1 uH
Induttanza metro	0.1 uH/m
Impedenza	*32 R
Propagazione	*56 %
Velocità Propag.	*5.97 ns/m (TDR 11.94 ns/m)
Peso	350 g
Peso 1km	41 kg/km



DATADIX 19/02/2011 TDR3-CABLE

Misura cavo, CANBUS d7.2

Sezione	0.2 mm ²	(d0.5 mm)
Lunghezza	3.68 m	
Resistenza di loop	0.640 R	(*0.659 R)
Resistenza di loop	174 R/km	(*179 R/km)
Capacita cavo	150 pF	
Capacita metro	40 pF/m	
Induttanza	3 uH	
Induttanza metro	0.7 uH/m	
Impedenza	*117 R	
Propagazione	*75 %	
Velocità Propag.	*4.46 ns/m (TDR 8.91 ns/m)	
Peso	220 g	
Peso 1km	60 kg/km	



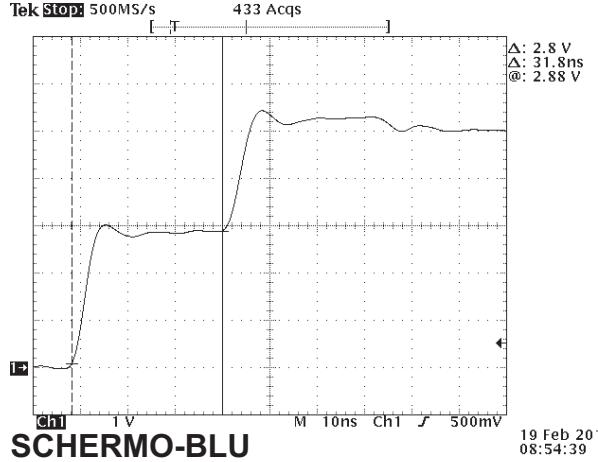
BLU-BIANCO
2BL4.BMP

SCHERMO BLU

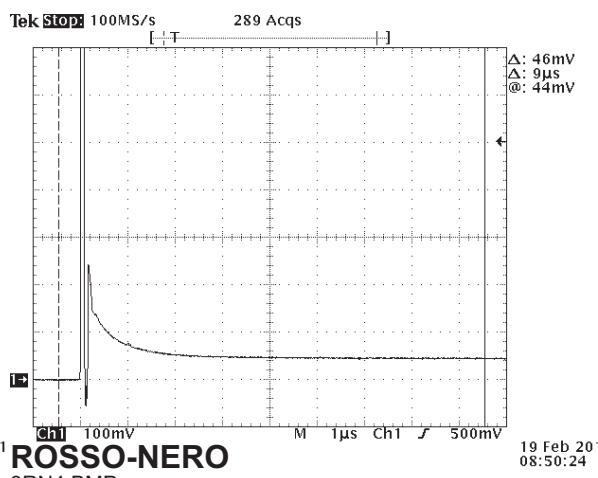
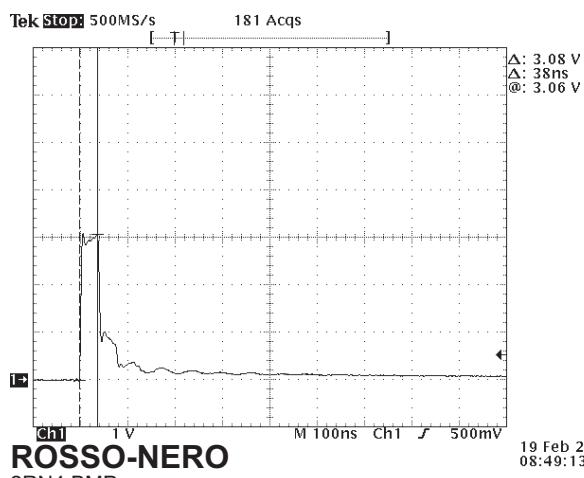
Impedenza	*64 R
Propagazione	*77 %
Velocità Propag.	*4.32 ns/m (TDR 8.64 ns/m)

ROSSO NERO

Sezione	0.3 mm ²	(d0.6 mm)
Lunghezza	3.68 m	
Resistenza di loop	0.410 R	(*0.454 R)
Resistenza di loop	111 R/km	(*123 R/km)
Capacita cavo	300 pF	
Capacita metro	82 pF/m	
Induttanza	2 uH	
Induttanza metro	0.5 uH/m	
Impedenza	*75 R	
Propagazione	*65 %	
Velocità Propag.	*5.16 ns/m (TDR 10.33 ns/m)	



SCHERMO-BLU
1SB4.BMP



ROSSO-NERO
2RN4.BMP

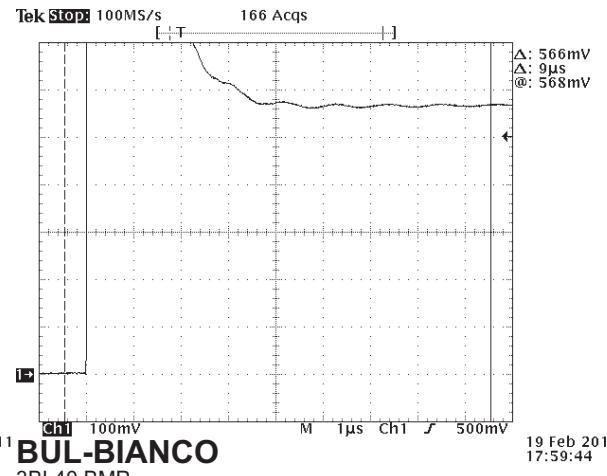
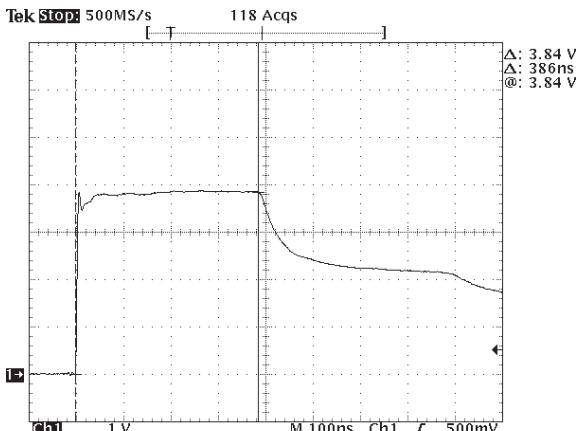
* misurato con TDR3/00

DATADIX 19/02/2011 TDR3-CABLE
Misura cavo, CANBUS d6.7

Sezione	0.2 mm ² (d0.5 mm)
Lunghezza	40 m
Resistenza di loop	6.400 R (*6.408 R)
Resistenza di loop	160 R/km (*160 R/km)
Capacita cavo	1580 pF
Capacita metro	40 pF/m
Induttanza	29 uH
Induttanza metro	0.7 uH/m
Impedenza	*142 R
Propagazione	*69 %
Velocità Propag.	*4.83 ns/m (TDR 9.65 ns/m)
Peso	2500 g
Peso 1km	62 kg/km

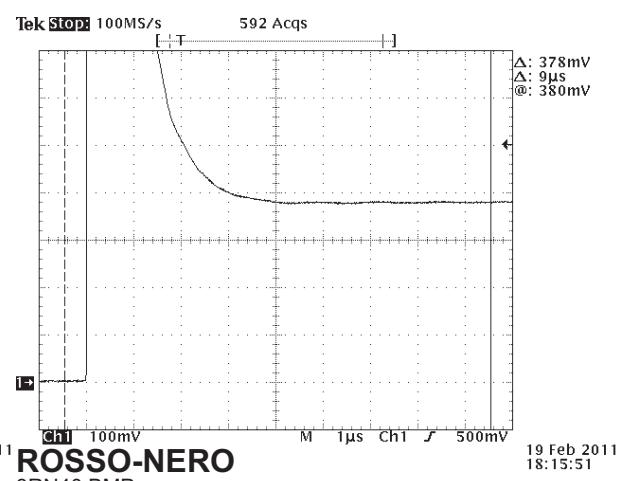
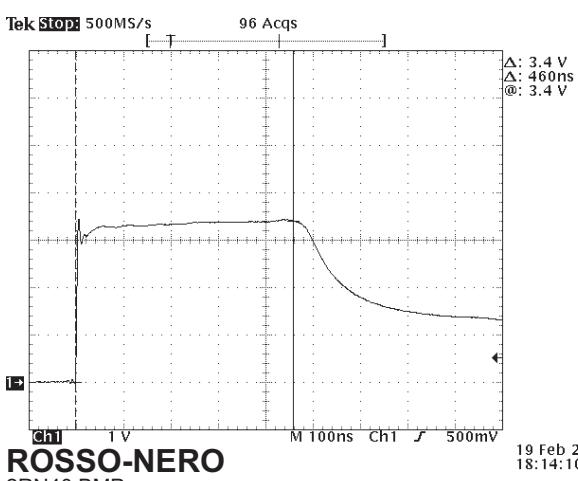
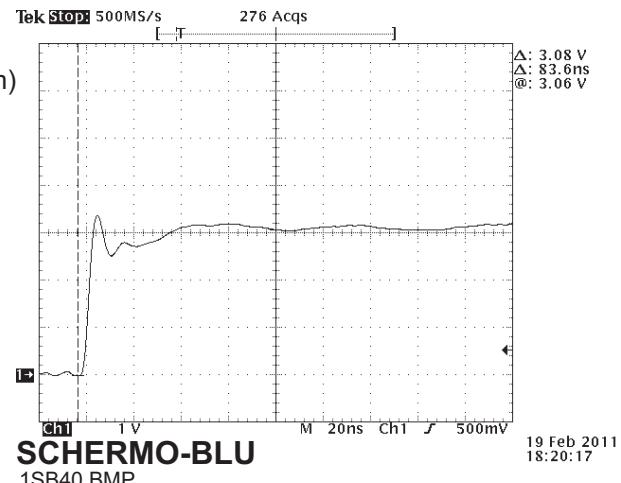


TECNIKABEL (TO) - ITALY - O.R. FFR
CONTRL DATA BUS - 2xAWG24+2xAWG22
- DeviceNet - UR AWM 2502
110219-ACC40-.JPG



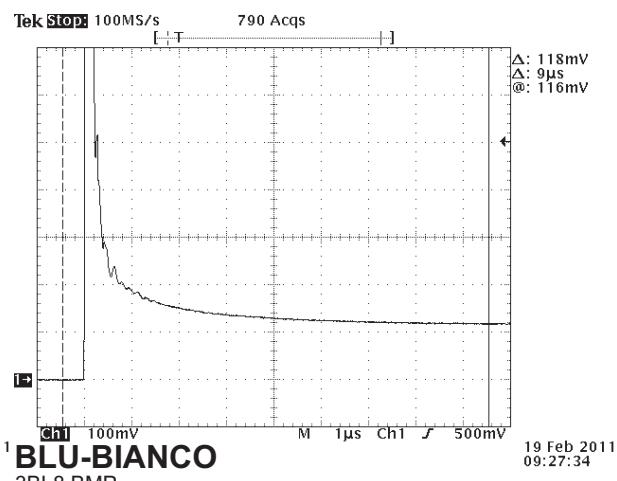
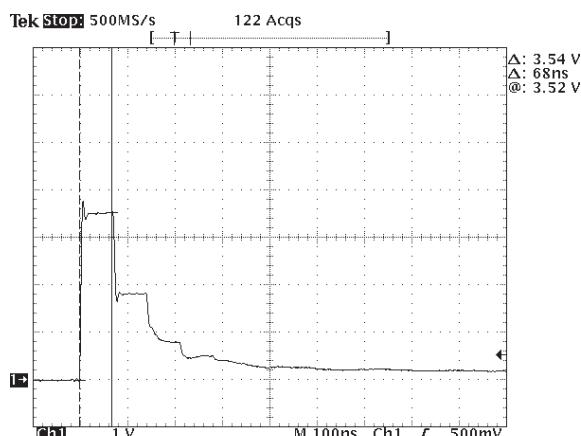
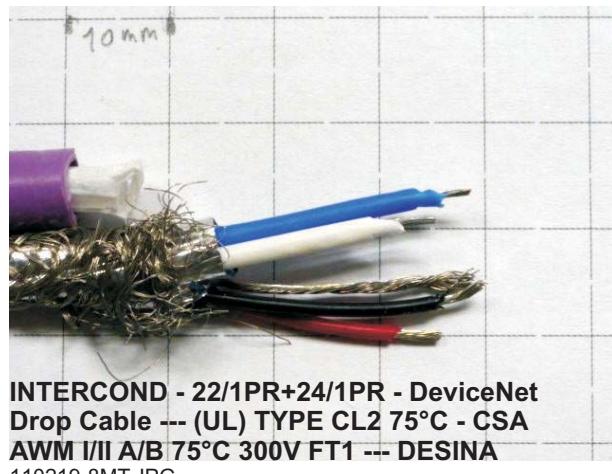
SCHERMO BLU
Impedenza *80 R
Propagazione * ___ %
Velocità Propag. * ___ ns/m (TDR ___ Ns/m)

ROSSO NERO
Sezione 0.3 mm² (d0.6 mm)
Lunghezza 40 m
Resistenza di loop 4.100 R (*4.113 R)
Resistenza di loop 102 R/km (*102 R/km)
Capacita cavo 3090 pF
Capacita metro 77 pF/m
Induttanza 24 uH
Induttanza metro 0.6 uH/m
Impedenza *84 R
Propagazione *58 %
Velocità Propag. *5.75 ns/m (TDR 11.50 ns/m)

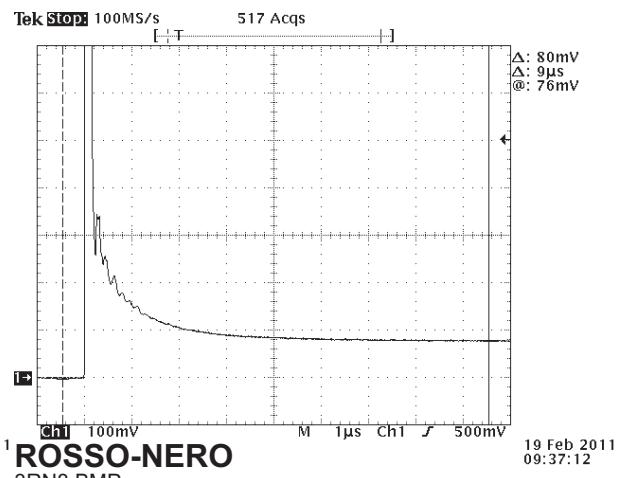
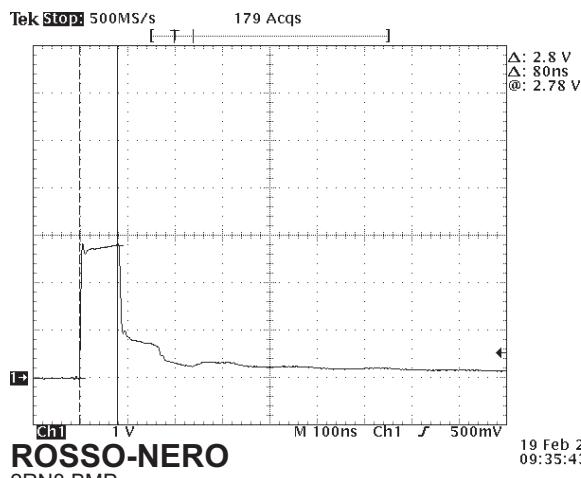
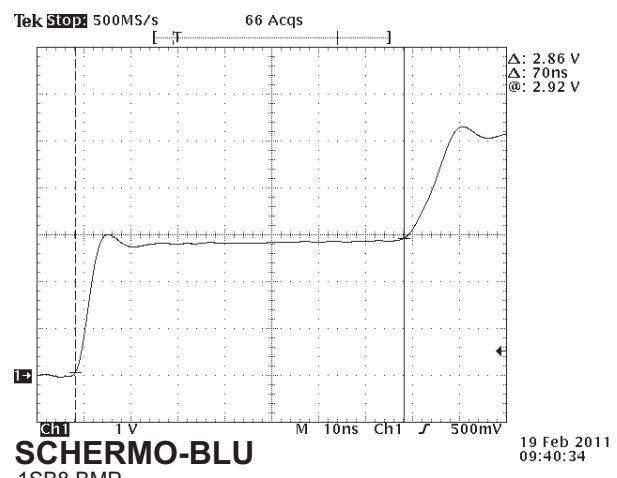


DATADIX 19/02/2011 TDR3-CABLE
Misura cavo, CANBUS d6.7

Sezione	0.2 mm ² (d0.5 mm)
Lunghezza	8.00 m
Resistenza di loop	1.200 R (*1.198 R)
Resistenza di loop	150 R/km (*150 R/km)
Capacita cavo	350 pF
Capacita metro	43 pF/m
Induttanza	6 uH
Induttanza metro	0.7 uH/m
Impedenza	*114 R
Propagazione	*76 %
Velocità Propag.	*4.38 ns/m (TDR 8.75 ns/m)
Peso	446 g
Peso 1km	56 kg/km

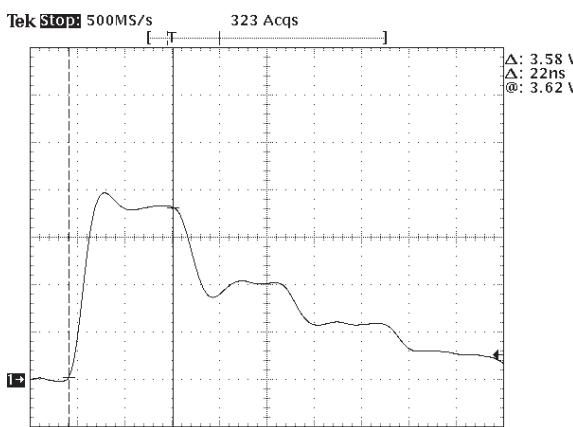
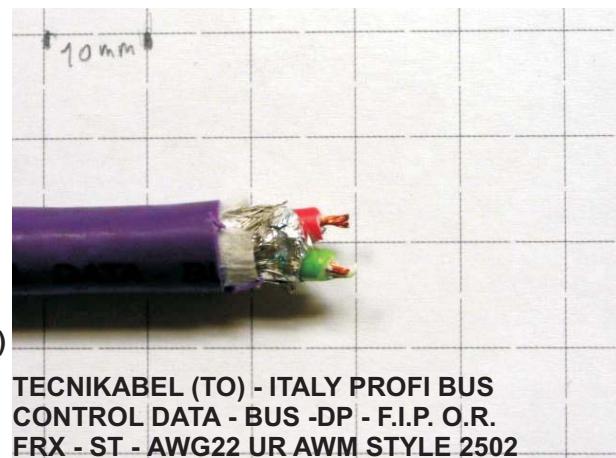


SCHERMO BLU
Impedenza *67 R
Propagazione *76 %
Velocità Propag. *4.38 ns/m (TDR 8.75 ns/m)

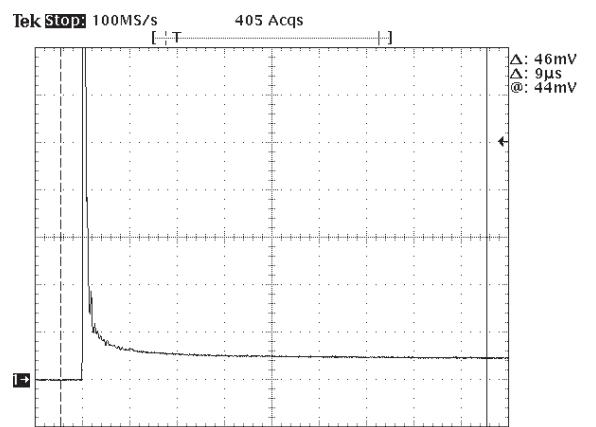


DATADIX 19/02/2011 TDR3-CABLE
Misura cavo, PROFI BUS d8.7

Sezione	0.3 mm ² (d0.6 mm)
Lunghezza	2.55 m
Resistenza di loop	0.390 R (*0.454 R)
Resistenza di loop	153 R/km (*178 R/km)
Capacita cavo	70 pF
Capacita metro	27 pF/m
Induttanza	2 uH
Induttanza metro	0.8 uH/m
Impedenza	*126 R (*80 R ROSSO-SCHERMO)
Propagazione	*77 % (*-- % ROSSO-SCHERMO)
Velocità Propag.	*4.31 ns/m (TDR 8.63 ns/m)
Peso	176 g
Peso 1km	69 kg/km



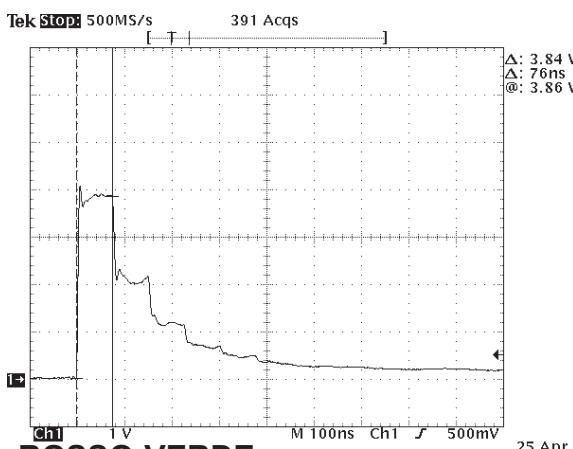
1RV255.BMP



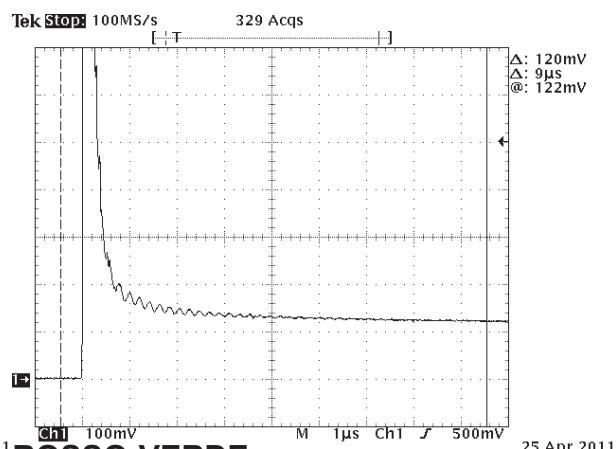
ROSSO-VERDE
3RV255.BMP

DATADIX 25/04/2011 TDR3-CABLE
Misura cavo, PROFI BUS d8.0

Sezione	0.2 mm ² (d0.5 mm)
Lunghezza	9.38 m
Resistenza di loop	1.2 R (*1.251 R)
Resistenza di loop	128 R/km (*133 R/km)
Capacita cavo	250 pF
Capacita metro	27 pF/m
Induttanza	7 uH
Induttanza metro	0.7 uH/m
Impedenza	*173 R (*90 R ROSSO-SCHERMO)
Propagazione	*83 % (*78 % ROSSO-SCHERMO)
Velocità Propag.	*4.00 ns/m (TDR 8.00 ns/m)
Peso	526 g
Peso 1km	56.1 kg/km



ROSSO-VERDE
2RVPB.BMP

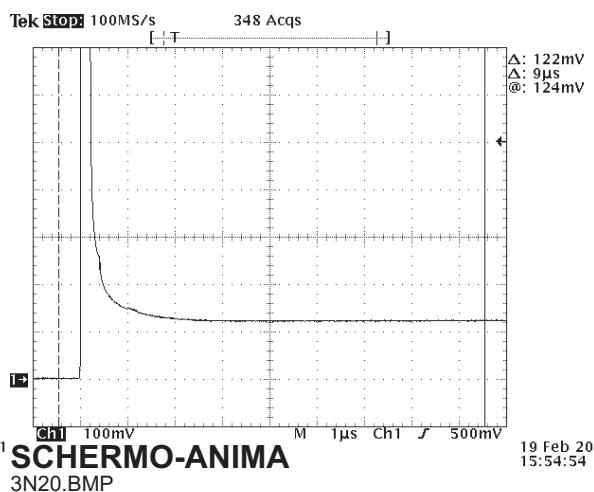
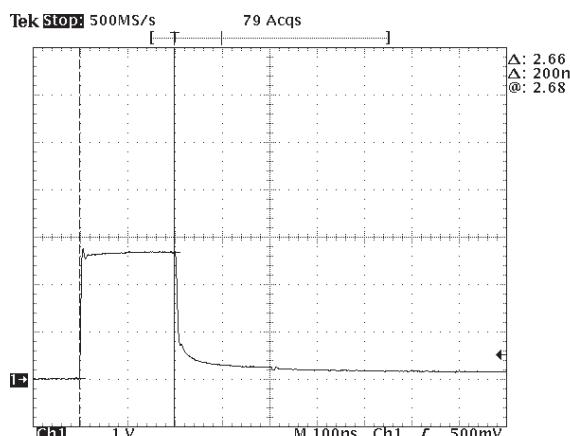


ROSSO-VERDE
3RVPB.BMP

* misurato con TDR3/00

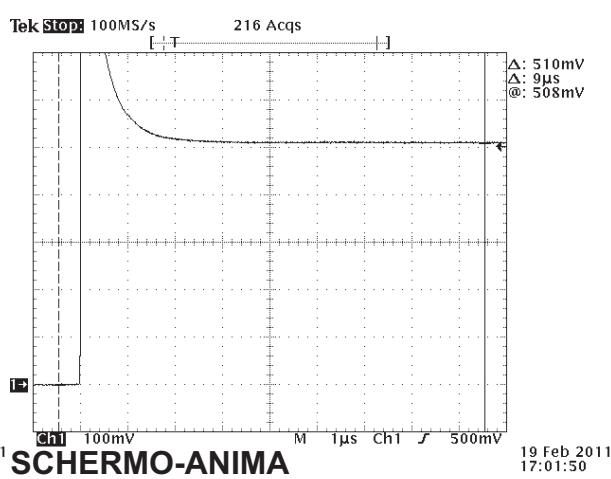
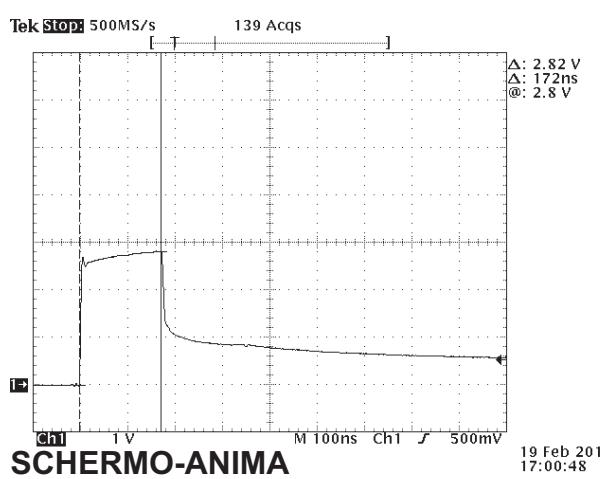
DATADIX 19/02/2011 TDR3-CABLE
Misura cavo, RG58 CU d5

Sezione mm² (d__ mm)
Lunghezza 19.8 m
Resistenza di loop 1.160 R (*1.272 R)
Resistenza di loop 59 R/km (*64 R/km)
Capacita cavo 1980 pF
Capacita metro 100 pF/m
Induttanza 6 uH
Induttanza metro 0.3 uH/m
Impedenza *54 R
Propagazione *66 %
Velocità Propag. *5.05 ns/m (TDR 10.10 ns/m)
Peso 660 g
Peso 1km 33 kg/km



DATADIX 19/02/2011 TDR3-CABLE
Misura cavo, RG174 d2.6

Sezione mm² (d__ mm)
Lunghezza 17.1 m
Resistenza di loop 5.700 R (*5.654 R)
Resistenza di loop 333 R/km (*330 R/km)
Capacita cavo 1750 pF
Capacita metro 102 pF/m
Induttanza 2 uH
Induttanza metro 0.1 uH/m
Impedenza *54 R
Propagazione *66 %
Velocità Propag. *5.03 ns/m (TDR 10.06 ns/m)
Peso 185 g
Peso 1km 11 kg/km

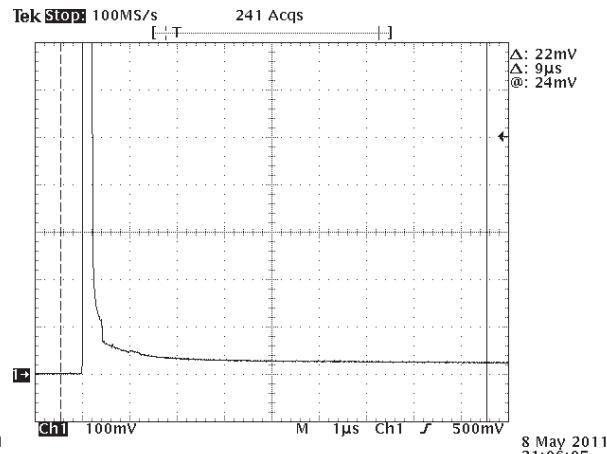
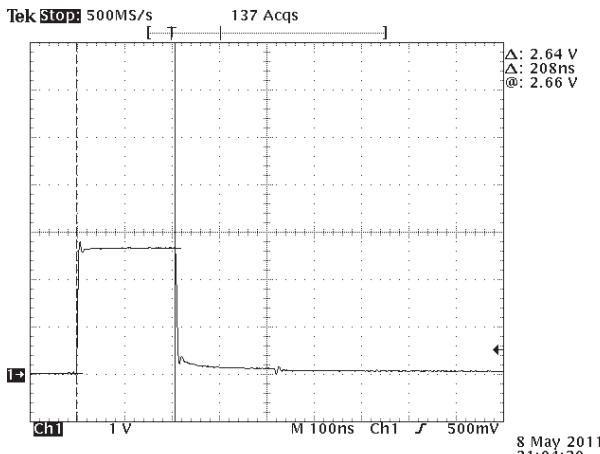


DATADIX 08/05/2011 **TDR3-CABLE**
Misura cavo, RG8U d10.5

Sezione	mm ² (d mm)
Lunghezza	20.8 m
Resistenza di loop	0.2 R (*0.24 R)
Resistenza di loop	10 R/km (*12 R/km)
Capacita cavo	2000 pF
Capacita metro	96 pF/m
Induttanza	6 uH
Induttanza metro	0.3 uH/m
Impedenza	*54 R
Propagazione	* 66 %
Velocità Propag.	* 5.05 ns/m (TDR 10.1 ns/m)
Peso	3180 g
Peso 1km	152.9 kg/km

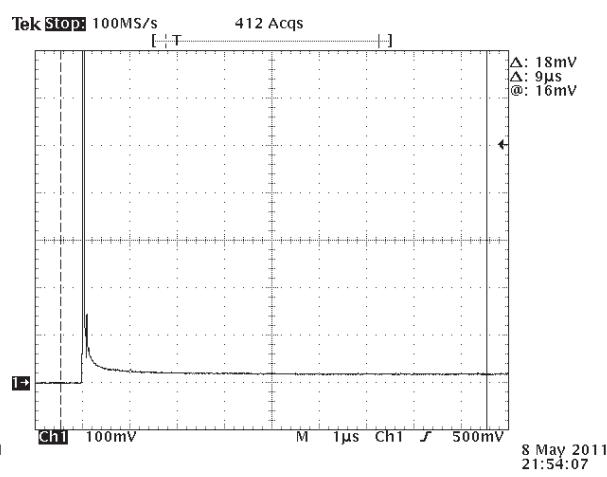
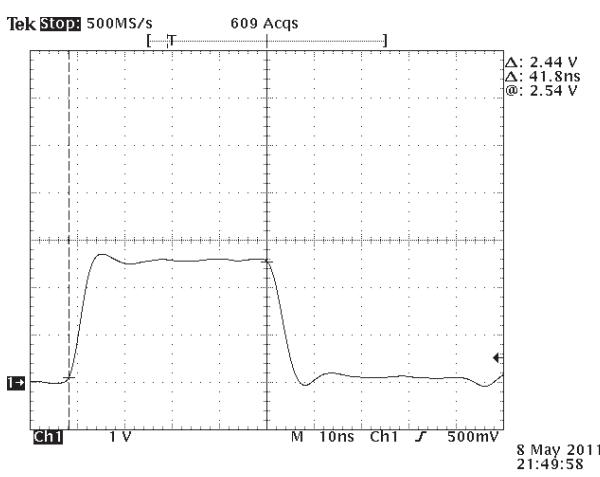
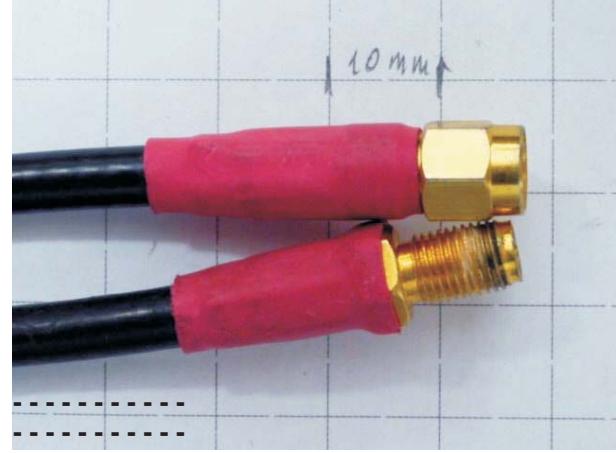


110508-RG8U-.JPG



DATADIX 14/05/2011 **TDR3-CABLE**
Misura cavo, WI-FI d5.5

Sezione	mm ² (d mm)
Lunghezza	5 m
Resistenza di loop	0.1 R (*0.17 R)
Resistenza di loop	20 R/km (*34 R/km)
Capacita cavo	420 pF
Capacita metro	85 pF/m
Induttanza	1 uH
Induttanza metro	0.2 uH/m
Impedenza	*48 R
Propagazione	*79 %
Velocità Propag.	*4.21 ns/m (TDR 8.41 ns/m)
Peso	190 g
Peso 1km	38.2 kg/km



1WF.BMP

3WF.BMP

* misurato con TDR3/00

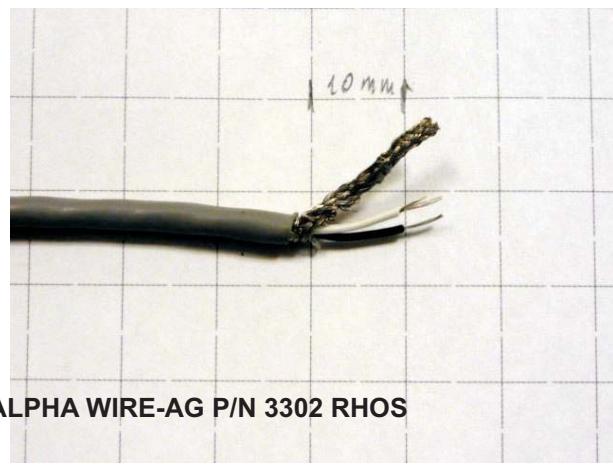
11/ 19 TDR3-CABLE

Pagina 45 di 82

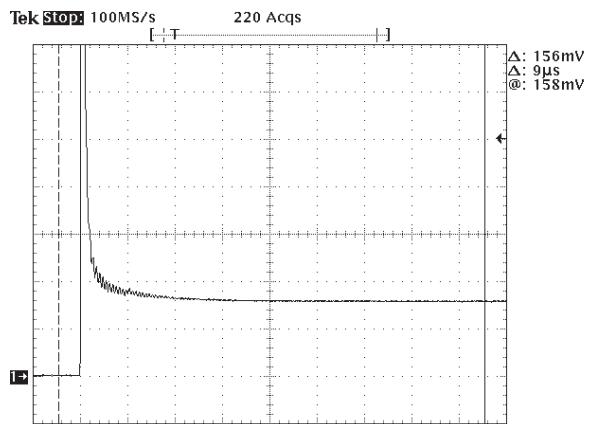
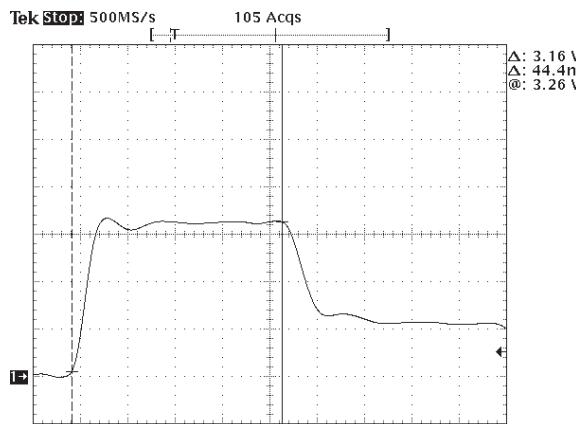
DATADIX 14/05/2011 TDR3-CABLE

Misura cavo, DATA d3.5

Sezione	mm ² (d mm)
Lunghezza	4 m
Resistenza di loop	1.700 R (*1.632 R)
Resistenza di loop	422 R/km (*405 R/km)
Capacita cavo	320 pF
Capacita metro	79 pF/m
Induttanza	2 uH
Induttanza metro	0.4 uH/m
Impedenza	*89 R (*52 R bianco-Schermo)
Propagazione	*61 % (*64 % bianco-Schermo)
Velocità Propag.	*5.51 ns/m (TDR 11.02 ns/m)
Peso	69 g
Peso 1km	17.1 kg/km



110430-gr.JPG



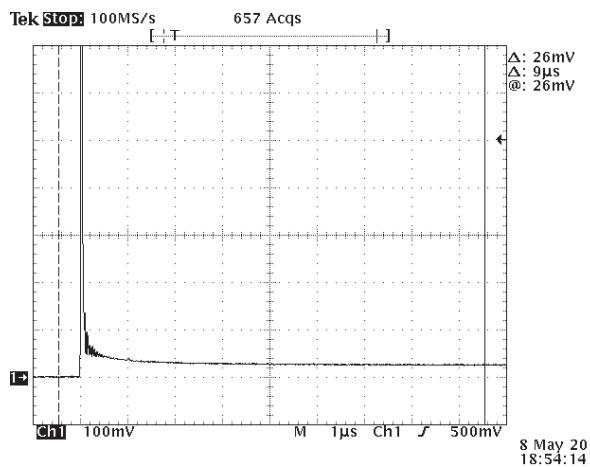
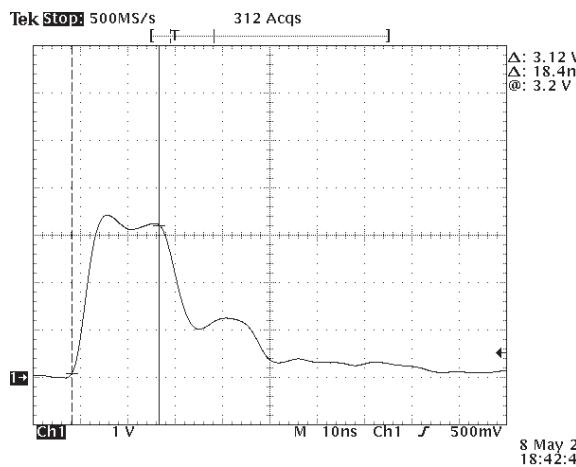
DATADIX 14/05/2011 TDR3-CABLE

Misura cavo, DATA d4.9

Sezione	mm ² (d mm)
Lunghezza	1.8 m
Resistenza di loop	0.250 R (*0.261 R)
Resistenza di loop	138 R/km (*144 R/km)
Capacita cavo	100 pF
Capacita metro	55 pF/m
Induttanza	1 uH
Induttanza metro	0.6 uH/m
Impedenza	*89 R (*52 R bianco-Schermo)
Propagazione	*66 % (*71 % bianco-Schermo)
Velocità Propag.	*5.07 ns/m (TDR 10.14 ns/m)
Peso	57 g
Peso 1km	31.6 kg/km



110430-vi.JPG



* misurato con TDR3/00

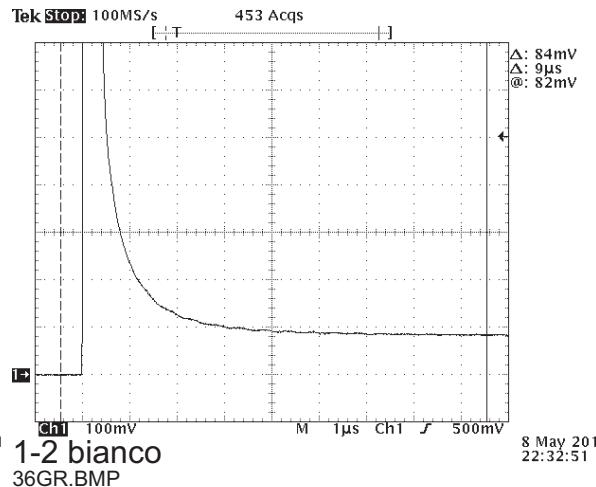
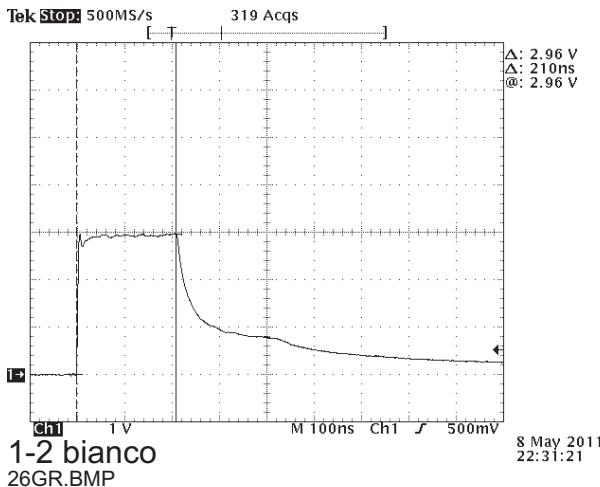
DATADIX 14/05/2011 TDR3-CABLE

Misura cavo, DATA d10

Sezione	0.78 mm ² (d1 mm)
Lunghezza	19.4 m
Resistenza di loop	0.830 R (*0.844 R)
Resistenza di loop	43 R/km (*44 R/km)
Capacita cavo	2500 pF
Capacita metro	129 pF/m
Induttanza	10 uH
Induttanza metro	0.5 uH/m
Impedenza	*73 R (*42 R 1 bianco-Schermo)
Propagazione	*62 % (*65 % 1 bianco-Schermo)
Velocità Propag.	*5.41 ns/m (TDR 10.82 ns/m)
Peso	3000 g
Peso 1km	154.6 kg/km

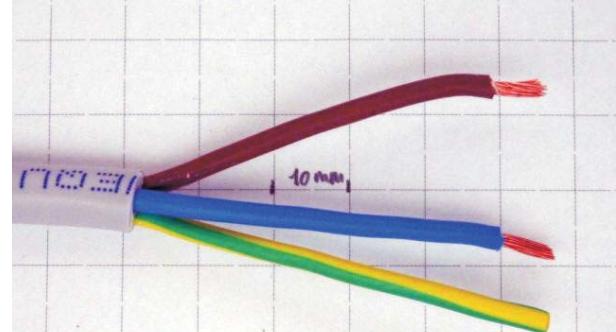


110514-6GR-.JPG

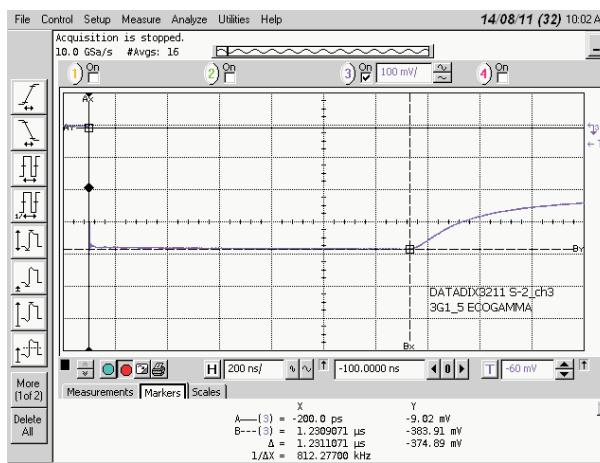


DATADIX 14/08/2011 TDR3-CABLE Misura cavo, 3G1_5 ecogamma d7.8

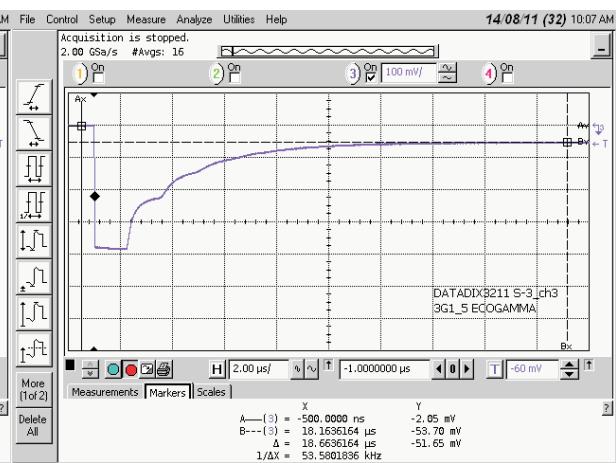
Sezione	1.5 mm ² (d1.4 mm)
Lunghezza	100 m
Resistenza di loop	2.7 R (*2.9 R)
Resistenza di loop	27 R/km (*29 R/km)
Capacita cavo	12950 pF
Capacita metro	130 pF/m
Induttanza	65 uH
Induttanza metro	0.7 uH/m
Impedenza	*82 R
Propagazione	*54 %
Velocità Propag.	*6.16 ns/m (TDR 12.31 ns/m)
Peso	9990 g
Peso 1km	100 kg/km



Im 3985 ICEL "SUPERTUTOR" FROR-450/750 V
3G1.5 mm² CEI 20-22 II IEMMEQU ECOGAMMA
28.05.11 Made in Italy
3G1_5 ecogamma-.JPG



S-2_ch3-3G1_5.png



S-3_ch3-3G1_5.png

* misurato con TDR3/00

13/ 19 TDR3-CABLE

Pagina 47 di 82

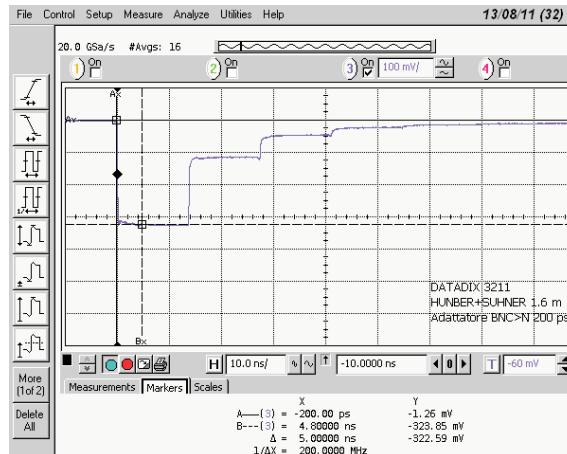
DATADIX 14/08/2011 TDR3-CABLE

Misura cavo, HUBER N-N d5.5

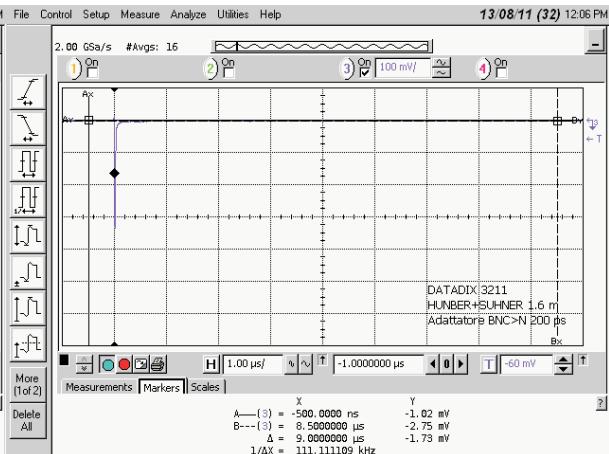
Sezione	1.5 mm ² (d 1.4 mm)
Lunghezza	1.6 m
Resistenza di loop	0.06 R (*0.06 R)
Resistenza di loop	38 R/km (*38 R/km)
Capacita cavo	132 pF
Capacita metro	83 pF/m
Induttanza	0.419 uH
Induttanza metro	0.3 uH/m
Impedenza	*49.7 R
Propagazione	*81 %
Velocità Propag.	*4.12 ns/m (TDR 8.25 ns/m)
Peso	72 g (136 g con connettori)
Peso 1km	45 kg/km



HUBER 04272b1.JPG



S-1_ch3-HUBER.png



S-3_ch3-HUBER.png

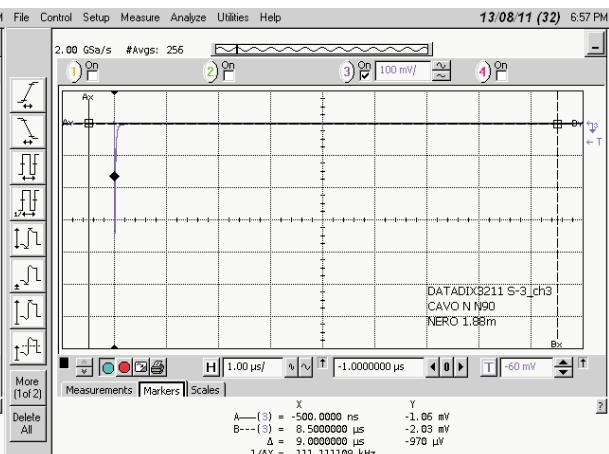
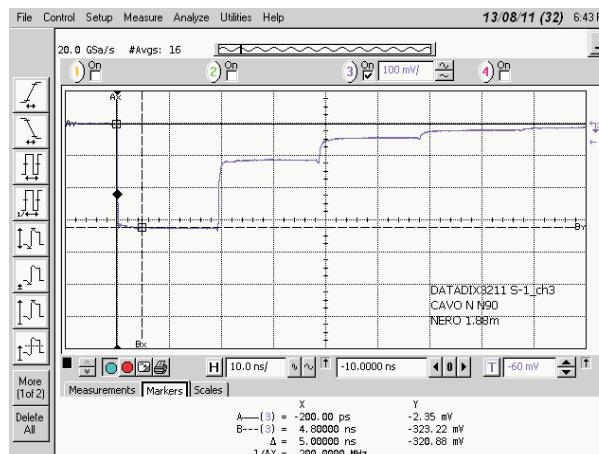
DATADIX 14/08/2011 TDR3-CABLE

Misura cavo, N-N90 d10.5

Sezione	-- mm ² (d -- mm)
Lunghezza	1.88 m
Resistenza di loop	0.07 R (*0.071 R)
Resistenza di loop	37 R/km (*38 R/km)
Capacita cavo	200 pF
Capacita metro	106 pF/m
Induttanza	0.88 uH
Induttanza metro	0.5 uH/m
Impedenza	*49.7 R
Propagazione	*66 %
Velocità Propag.	*5.05 ns/m (TDR 10.11 ns/m)
Peso	350 g (474 g con connettori)
Peso 1km	186 kg/km



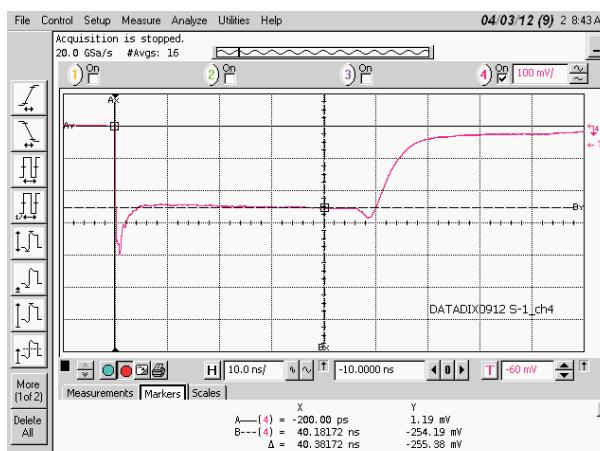
N-N90 1_88-1.JPG



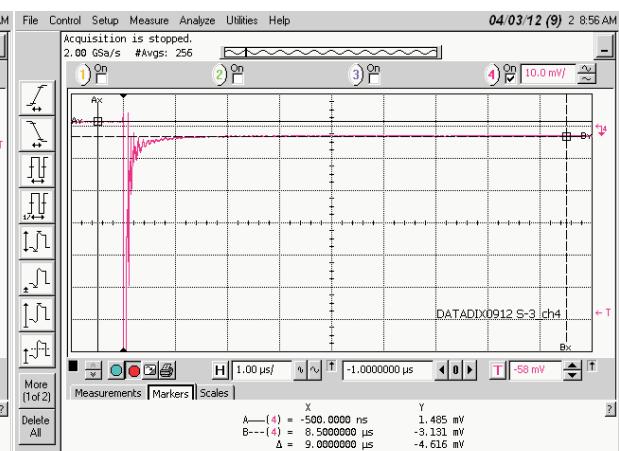
S-1_ch3 N-N90.png

DATADIX 04/03/2012 TDR3-CABLE
Misura cavo, SPCAT5 d5.3

Sezione	mm ² (d mm)
Lunghezza	5.0 m
Resistenza di loop	0.2 R (*0.23 R)
Resistenza di loop	40 R/Km (*47 R/km)
Capacita cavo	905 pF
Capacita metro	181 pF/m
Induttanza	0.9 uH
Induttanza metro	0.2 uH/m
Impedenza	*26.5 R
Propagazione	*71 %
Velocità Propag.	*4.70 ns/m (TDR 9.40ns/m)
Peso	153 g
Peso 1km	30.6 kg/km



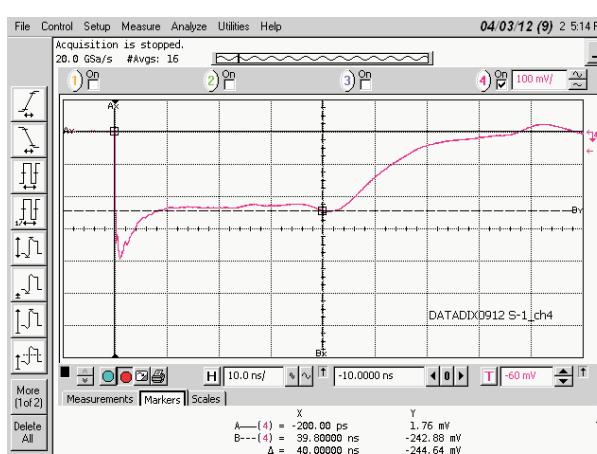
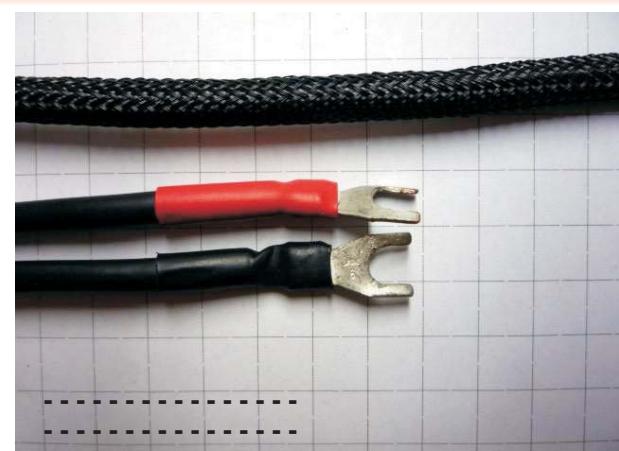
SPCAT5-S1.png



SPCAT5-S3.png

DATADIX 04/03/2011 TDR3-CABLE
Misura cavo, SP LUX d7.5

Sezione	mm ² (d mm)
Lunghezza	3.44 m
Resistenza di loop	0.09 R (0.09*R)
Resistenza di loop	26 R/km (25* R/km)
Capacita cavo	1130 pF
Capacita metro	328 pF/m
Induttanza	1.1 uH
Induttanza metro	0.3 uH/m
Impedenza	*25 R
Propagazione	*56 %
Velocità Propag.	*5.96 ns/m (TDR 11.92 ns/m)
Peso	310 g
Peso 1km	90.1 kg/km



SPLUX-S1.png

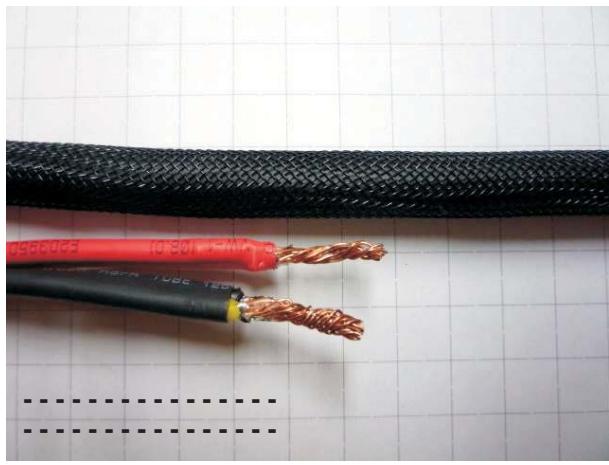


SPLUX-S3.png

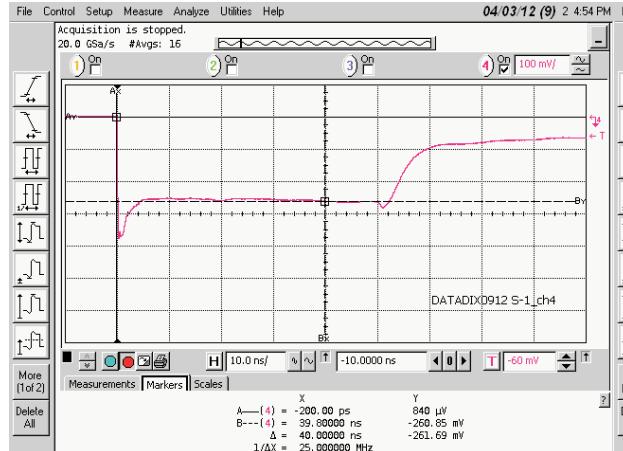
DATADIX 04/03/2012 TDR3-CABLE

Misura cavo, SPPCOCC d12mm

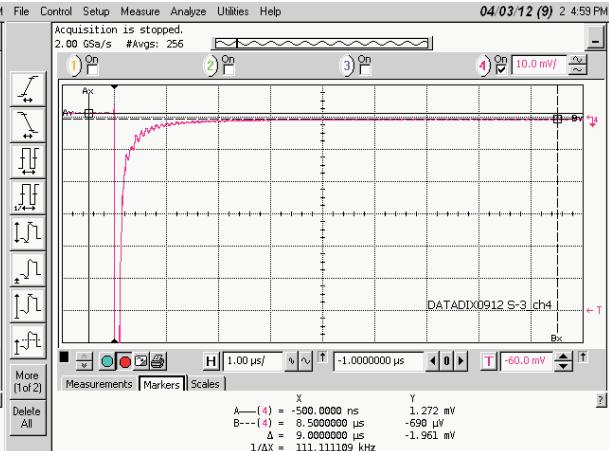
Sezione	mm ² (d mm)
Lunghezza	5.17 m
Resistenza di loop	0.079R (*0,09 R)
Resistenza di loop	15 R/Km (*18 R/km)
Capacita cavo	1040 pF
Capacita metro	201 pF/m
Induttanza	1.33 uH
Induttanza metro	0.3 uH/m
Impedenza	*28.8 R
Propagazione	*68 %
Velocità Propag.	*4.93 ns/m (TDR 9.86 ns/m)
Peso	680 g
Peso 1km	131.5 kg/km



120304-PCOCC-.JPG



SPPCOCC-S1.png



SPPCOCC-S3.png

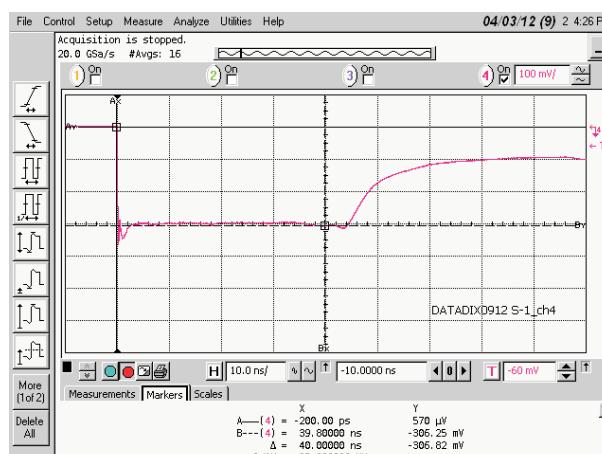
DATADIX 04/03/2012 TDR3-CABLE

Misura cavo, SP SPM440 d10.5

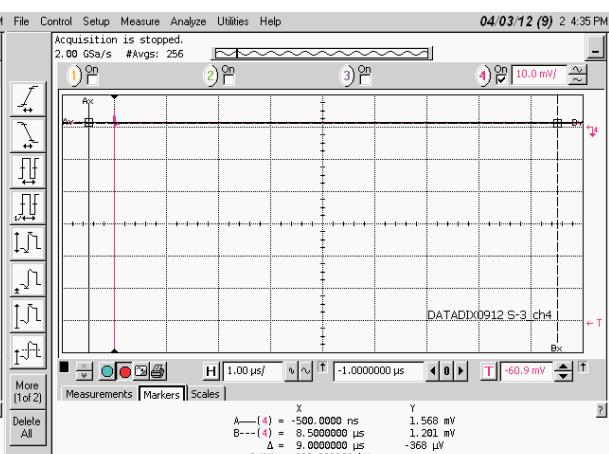
Sezione	4.0 mm ² (d mm)
Lunghezza	3.76 m
Resistenza di loop	0.026 R (0.02*R)
Resistenza di loop	7 R/km (6* R/km)
Capacita cavo	850 pF
Capacita metro	226 pF/m
Induttanza	1.33 uH
Induttanza metro	0.4 uH/m
Impedenza	*42.2 R
Propagazione	*58 %
Velocità Propag.	*5.72 ns/m (TDR 11.44ns/m)
Peso	850 g
Peso 1km	226 kg/km



120304-SPM440-.JPG



SPSPM440-S1.png



SPSPM440-S3.png

* misurato con TDR3/00

DATADIX //2011 TDR3-CABLE

Misura cavo, d

Sezione	mm ² (d mm)
Lunghezza	m
Resistenza di loop	R (* R)
Resistenza di loop	R/Km (* R/km)
Capacita cavo	pF
Capacita metro	pF/m
Induttanza	uH
Induttanza metro	uH/m
Impedenza	* R
Propagazione	* %
Velocità Propag.	* ns/m (TDR ns/m)
Peso	g
Peso 1km	kg/km

.JPG

S-.png

S-.png

DATADIX //2011 TDR3-CABLE

Misura cavo, d

Sezione	mm ² (d mm)
Lunghezza	m
Resistenza di loop	R (*R)
Resistenza di loop	R/km (* R/km)
Capacita cavo	pF
Capacita metro	pF/m
Induttanza	uH
Induttanza metro	uH/m
Impedenza	* R
Propagazione	* %
Velocità Propag.	* ns/m (TDR ns/m)
Peso	g
Peso 1km	kg/km

.JPG

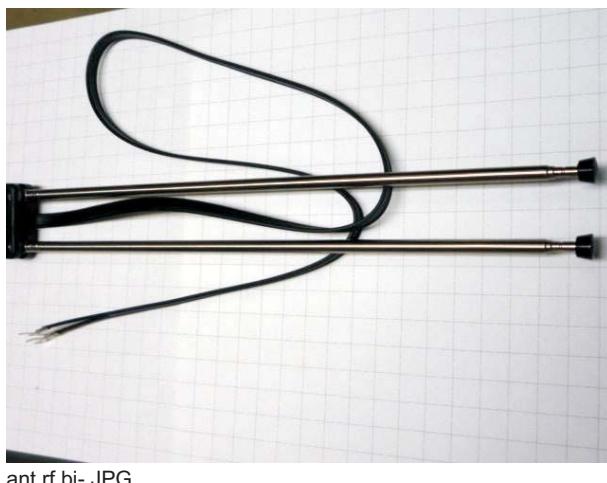
S-.png

S-.png

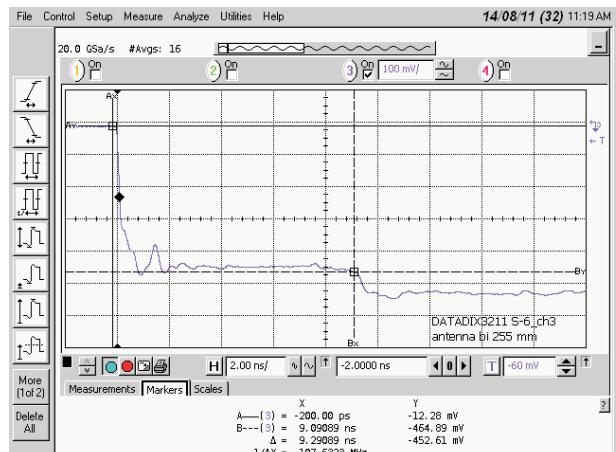
DATADIX 14/08/2011 TDR3-CABLE

Misura cavo, Antenna bistelo

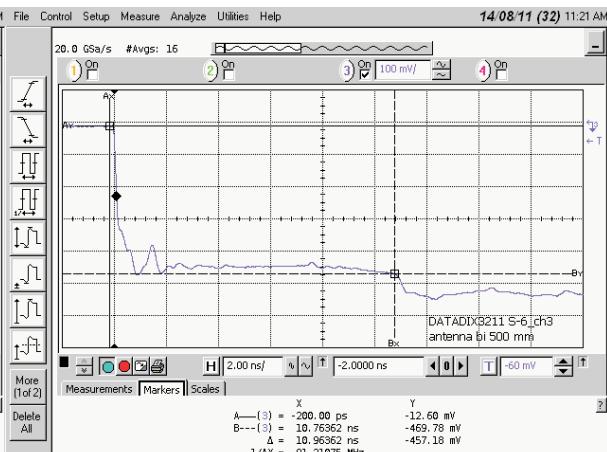
Sezione	d1.7 mm L7.0 mm + d5.1-3.6 mm
Lunghezza	0.74 + 0.255-0.690 m
Resistenza di loop	-- R (*-- R)
Resistenza di loop	-- R/Km (*-- R/km)
Capacita cavo	10-14 pF
Capacita metro	-- pF/m
Induttanza	-- uH
Induttanza metro	-- uH/m
Impedenza	*300 R
Propagazione	*80 + 100 %
Velocità Propag.	*4 + 3.3 ns/m (TDR 8 ns/m)
Peso	45.5 g
Peso 1km	-- kg/km



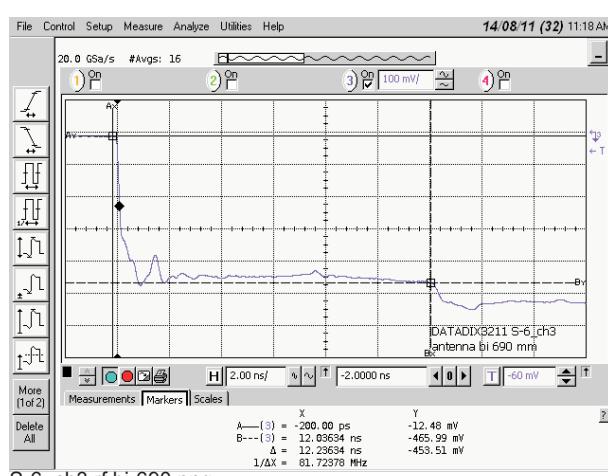
ant rf bi-.JPG



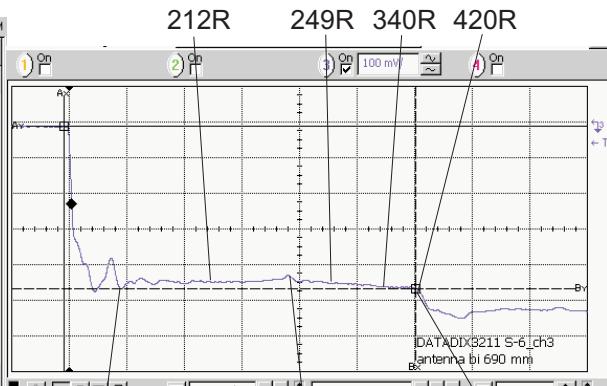
S-6_ch3 rf bi-255.png



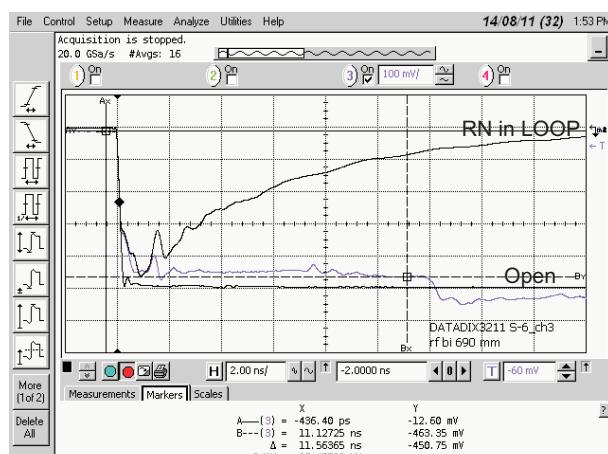
S-6_ch3 rf bi-500.png



S-6_ch3 rf bi-690.png



S-6_ch3 rf bi-690-1.PNG



S-6_ch3 rf bi-690-c1.png

S-.png

* misurato con TDR3/00

DATADIX 27/02/2011 TDR3-CABLE Misura striscia LED RGB 5 m

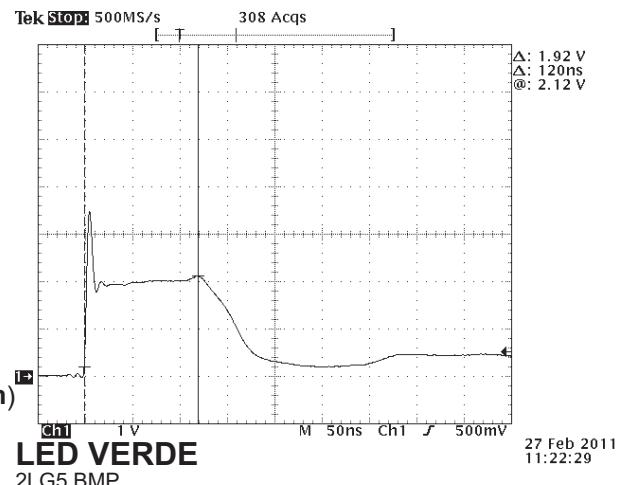
Nella misura per evitare la interferenza dei led, il nero e stato collegato al +12 mentre il rosso alla linea RGB.



Striscia-led.jpg

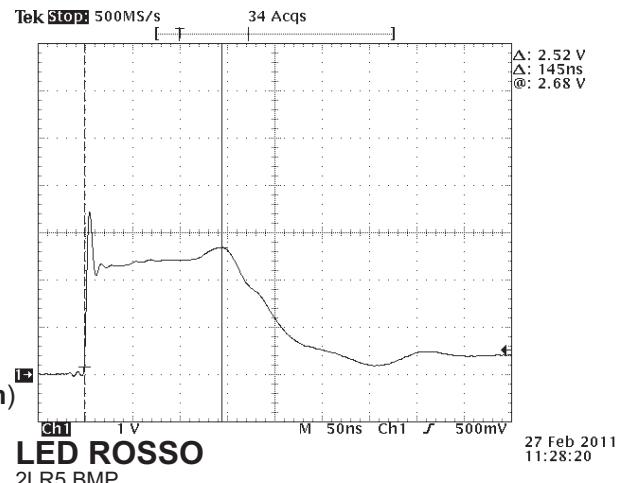
DATADIX 27/02/2011 TDR3-CABLE Misura striscia LED Verde

Sezione	<u> </u> mm ²	(d <u> </u> mm)
Lunghezza	5 m	
Resistenza di loop	*2.809 R	
Resistenza di loop	*562 R/km	
Capacita cavo	2850 pF	
Capacita metro	560 pF/m	
Induttanza	-- uH	
Induttanza metro	-- uH/m	
Impedenza	*31 R	
Propagazione	*28 %	
Velocità Propag.	*12.00 ns/m (TDR 24.00 ns/m)	
Peso	-- g	
Peso 1km	-- kg/km	



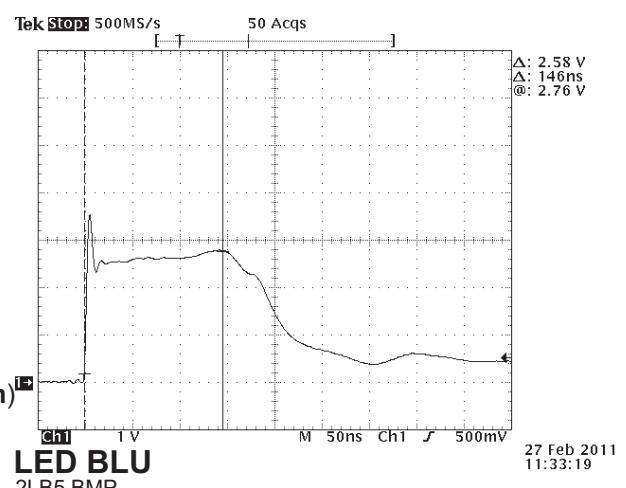
DATADIX 27/02/2011 TDR3-CABLE Misura striscia LED Rosso

Sezione	<u> </u> mm ²	(d <u> </u> mm)
Lunghezza	5 m	
Resistenza di loop	*2.809 R	
Resistenza di loop	*562 R/km	
Capacita cavo	2450 pF	
Capacita metro	490 pF/m	
Induttanza	-- uH	
Induttanza metro	-- uH/m	
Impedenza	*41 R	
Propagazione	*23 %	
Velocità Propag.	*14.50 ns/m (TDR 29.00 ns/m)	
Peso	-- g	
Peso 1km	-- kg/km	



DATADIX 27/02/2011 TDR3-CABLE Misura striscia LED Blu

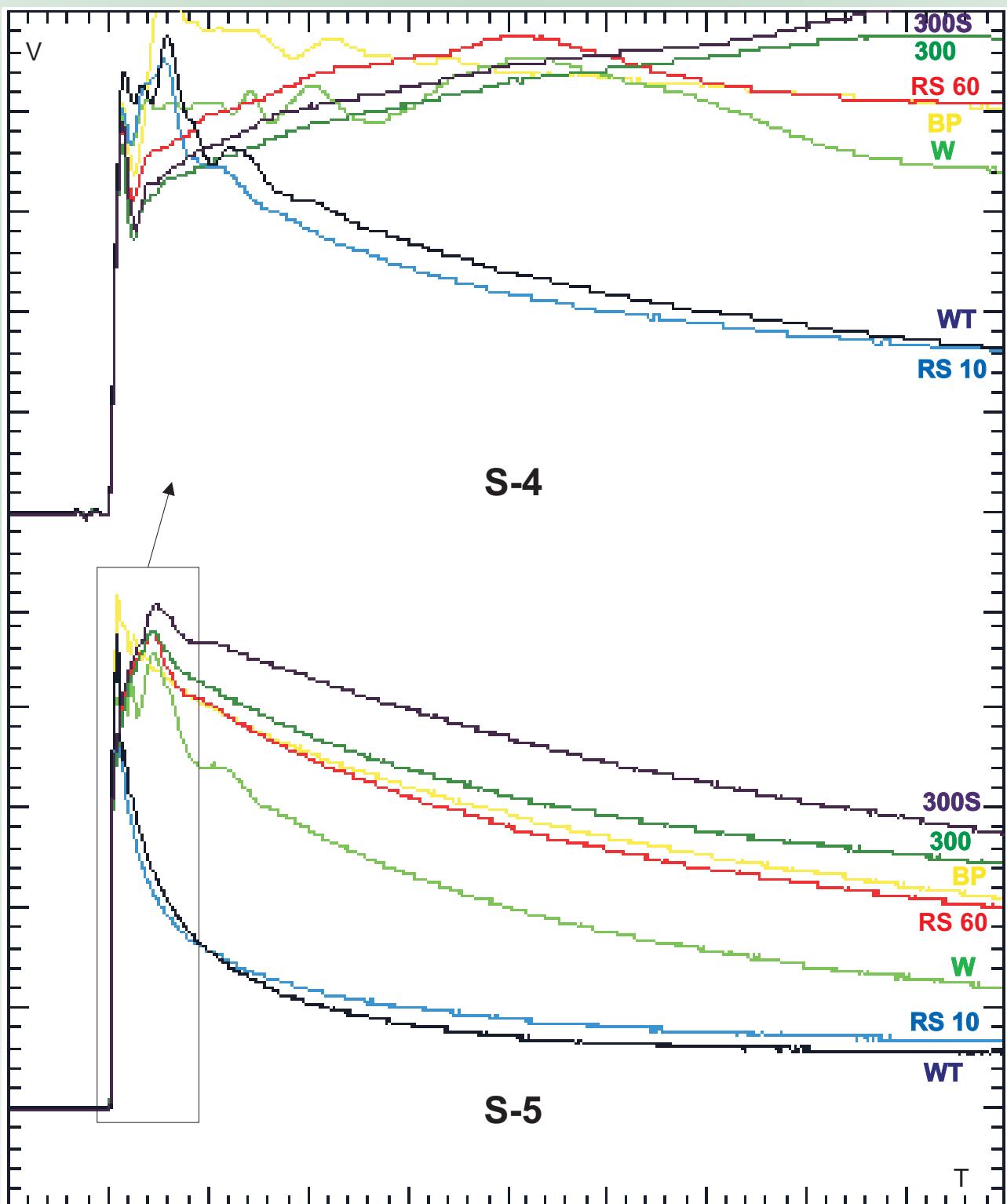
Sezione	<u> </u> mm ²	(d <u> </u> mm)
Lunghezza	5 m	
Resistenza di loop	*3.101 R	
Resistenza di loop	*620 R/km	
Capacita cavo	2170 pF	
Capacita metro	434 pF/m	
Induttanza	-- uH	
Induttanza metro	-- uH/m	
Impedenza	*50 R	
Propagazione	*23 %	
Velocità Propag.	*14.50 ns/m (TDR 29.00 ns/m)	
Peso	-- g	
Peso 1km	-- kg/km	



TDR3

LoudSpeaker

Altoparlanti

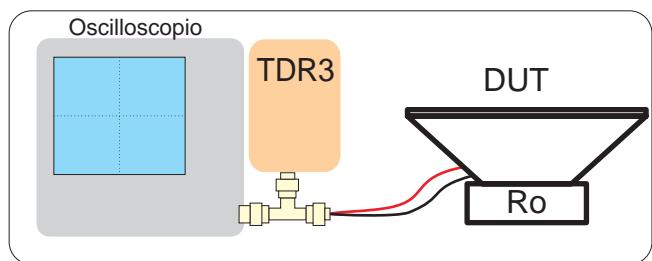


Testando alcuni altoparlanti con il TDR3 si nota una caratteristica impedenza che deve essere interpretata come realizzazione della bobina.

Dal tempo di discesa è possibile ricavare l'induttanza caratteristica,
Misurando il tempo che intercorre dalla salita alla tensione di 2.5 V -3.3 ns diviso 14 si ottiene l'induttanza.

Nota:

Misura impossibile con tester LCR, perché questo impazzisce (suonando o valori negativi).



La misura dell'induttanza con TDR3 discosta notevolmente dalle caratteristiche fornite dal costruttore dell'altoparlante di circa 10 volte

Formule utilizzate

$$Ro = Vo * Ri / (Vi - Vo)$$

$$L = T - 3.3 / 14$$

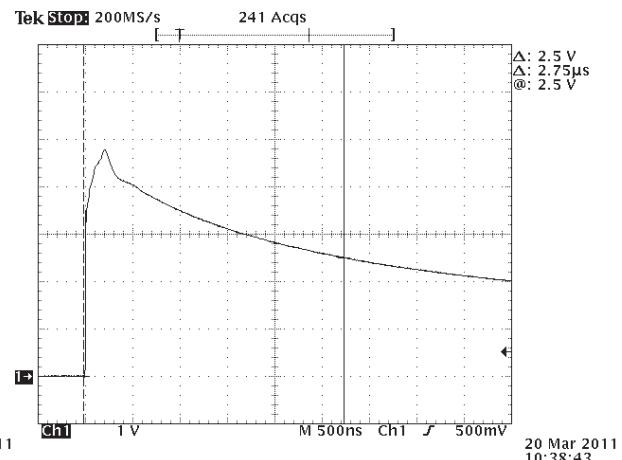
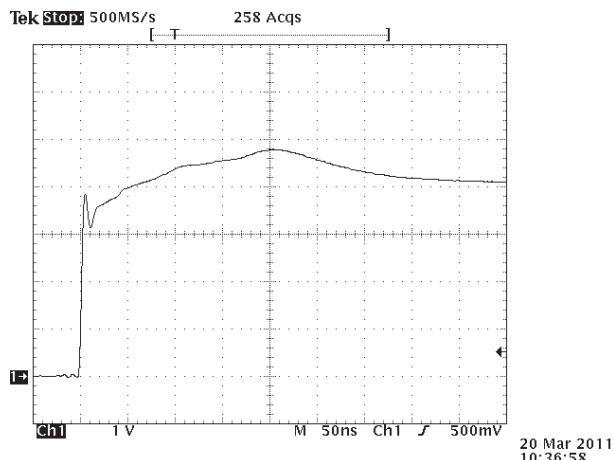
L	= Induttanza [uH]
Ri	= Resistenza interna generatore [Ohm]
Ro	= Resistenza incognita [Ohm]
RT	= Rise Time [ns]
T	= Tempo [ns]
Vf	= Volt di riferimento [2.5V]
Vi	= Volt interno generatore [5V]
Vo	= Volt in uscita [V]

DATADIX 20/03/2011 TDR3-Speaker
Misura altoparlante

Marca	CORAL ELECTRONIC
Modello	RS 60 MID-WOOFER DA 6"
Diametro Esterno	170 mm
Diametro Interno	140 mm
Resistenza	6.0 R
Induttanza	*196 uH
Peso	1442 g



110320-RS60-1-.JPG

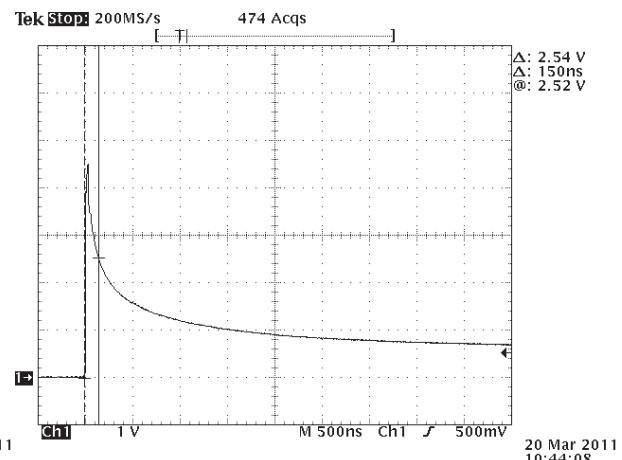
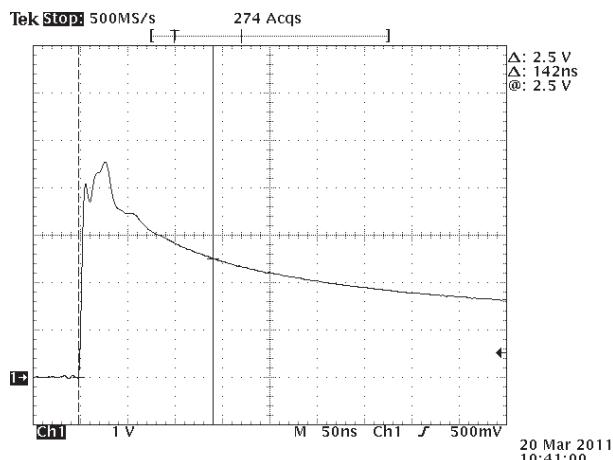


DATADIX 20/03/2011 TDR3-Speaker
Misura altoparlante

Marca	CORAL ELECTRONIC
Modello	RS 10 TW
Diametro Esterno	100 mm
Diametro Interno	26 mm
Resistenza	5.3 R
Induttanza	*10 uH
Peso	492 g



110320-RS10-.JPG



* misurato con TDR3/00

1/ 5 TDR3-Speaker

Pagina 57 di 82

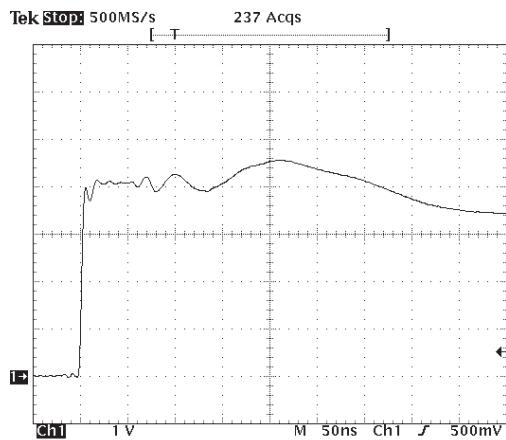
DATADIX 20/03/2011 TDR3-Speaker

Misura altoparlante

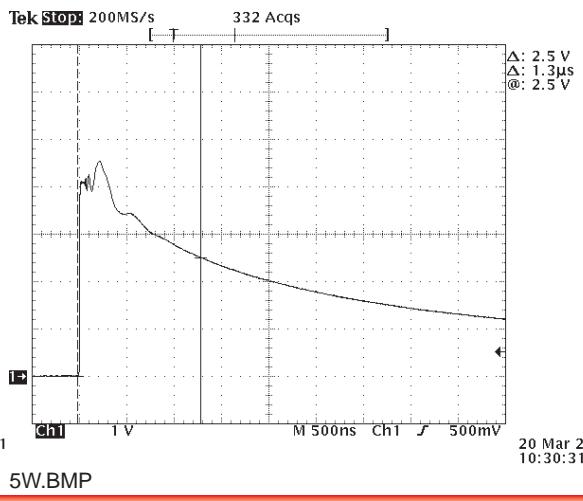
Marca	W
Modello	1HO 035 411 A
Diametro Esterno	168 mm
Diametro Interno	137 mm
Resistenza	3.0 R
Induttanza	*93 uH
Peso	474 g



110320-W-.JPG



4W.BMP



5W.BMP

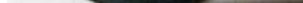
DATADIX 08/04/2011 TDR3-Speaker

Misura altoparlante

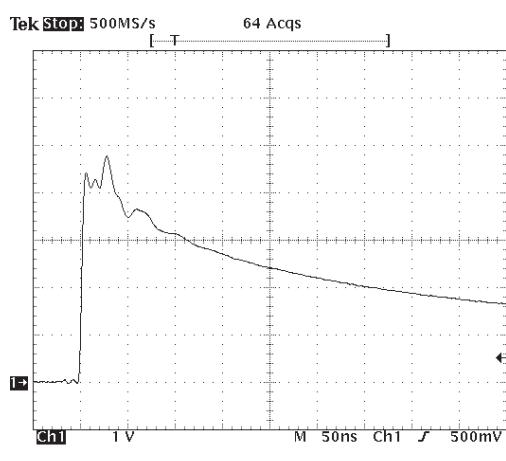
Marca	W
Modello	1HO 035 411
Diametro Esterno	36 mm
Diametro Interno	26 mm
Resistenza	4 R
Induttanza	*14 uH
Peso	72 g compreso plastica



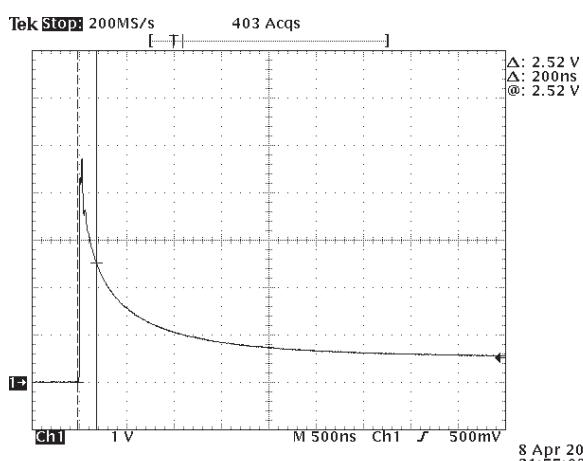
110410-WT-.JPG



110410-WT1-.JPG



4-WT.BMP



5-WT.BMP

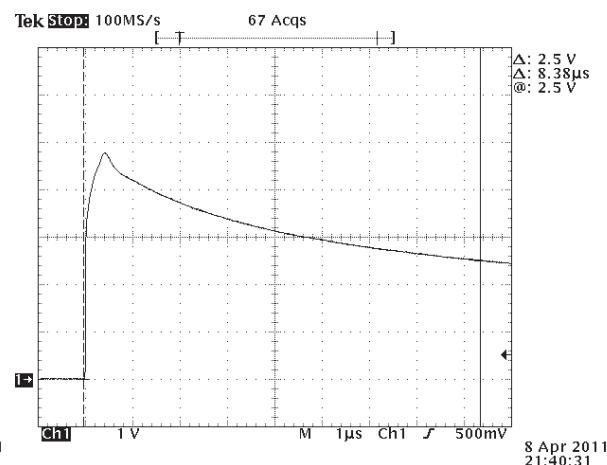
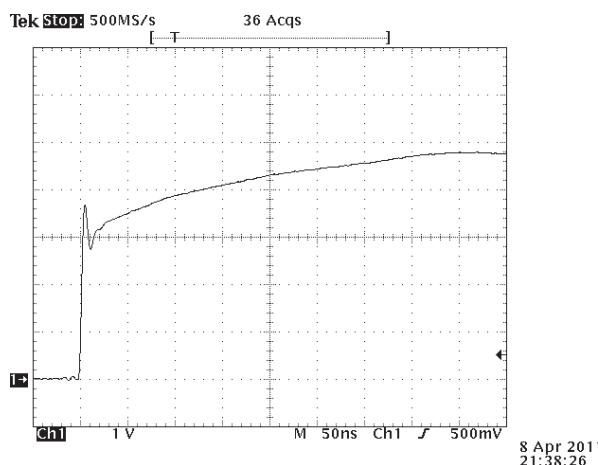
* misurato con TDR3/00

DATADIX 08/04/2011
Misura altoparlante

Marca	--
Modello	--
Diametro Esterno	300 mm
Diametro Interno	280 mm
Resistenza	8 R
Induttanza	*600 uH
Peso	3300 g (solo magnete)



110410-300-.JPG

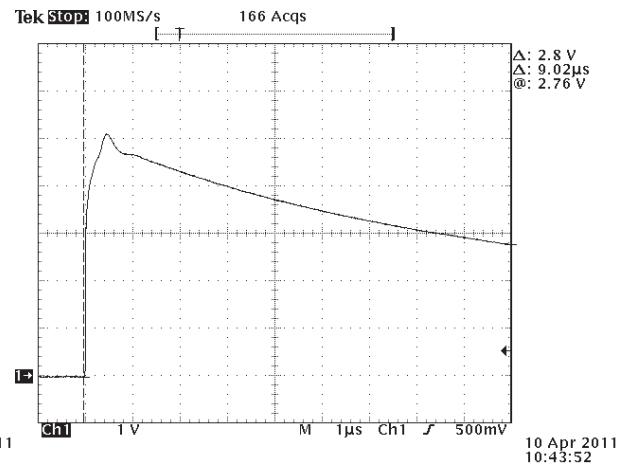
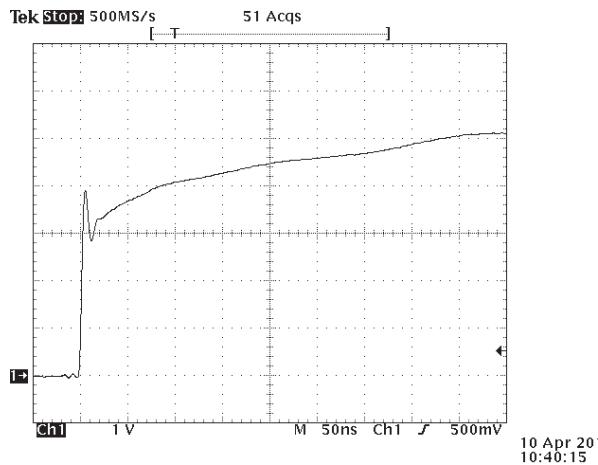


DATADIX 10/04/2011 TDR3-Speaker
Misura altoparlante

Marca	--
Modello	--
Diametro Esterno	300 mm
Diametro Interno	280 mm
Resistenza	8 R
Induttanza	*700 uH
Peso	-- g



110410-300S-.JPG



* misurato con TDR3/00

3 / 5 TDR3-Speaker

Pagina 59 di 82

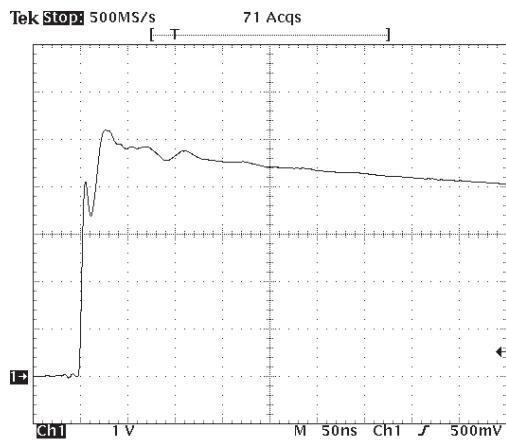
DATADIX 20/03/2011 Misura altoparlante

TDR3-Speaker

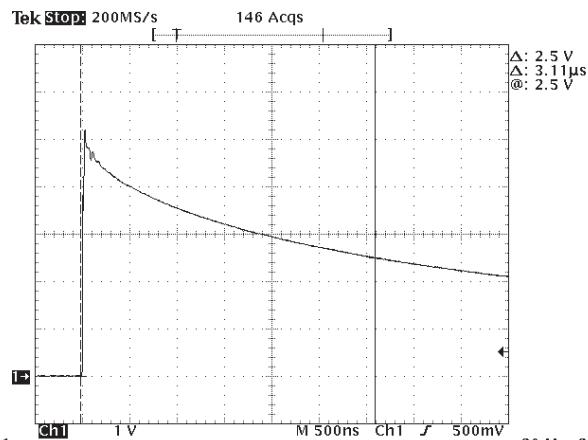
Marca	Blaupunkt
Modello	T25352701
Diametro Esterno	136 mm
Diametro Interno	110 mm
Resistenza	3.3 R
Induttanza	*221 uH
Peso	148 g



100320-BP-.JPG



4BP.BMP



5BP.BMP

DATADIX 20/03/2011 Misura altoparlante

TDR3-Speaker

Marca	C
Modello	W
Diametro Esterno	mm
Diametro Interno	mm
Resistenza	R
Induttanza	*uH
Peso	g

JPG

.BMP

.BMP

* misurato con TDR3/00

4/ 5 TDR3-Speaker

Pagina 60 di 82

DATADIX 20/03/2011
Misura altoparlante

Marca	C
Modello	R
Diametro Esterno	mm
Diametro Interno	mm
Resistenza	R
Induttanza	*uH
Peso	g

TDR3-Speaker

JPG

.BMP

.BMP

DATADIX 20/03/2011
Misura altoparlante

Marca	C
Modello	W
Diametro Esterno	mm
Diametro Interno	mm
Resistenza	R
Induttanza	*uH
Peso	g

TDR3-Speaker

JPG

.BMP

.BMP

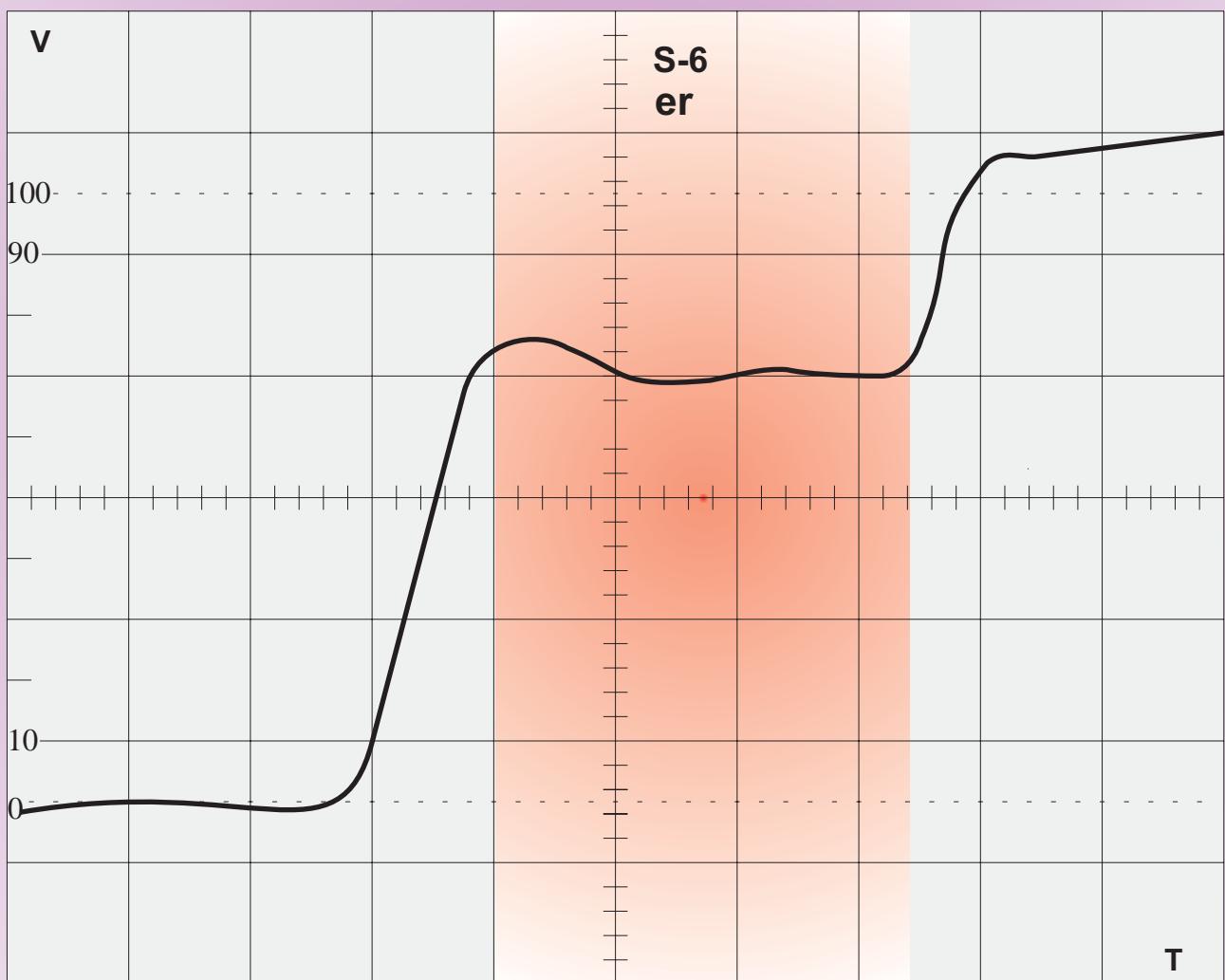
* misurato con TDR3/00

5 / 5 TDR3-Speaker

Pagina 61 di 82

TDR3 er

Costante Dielettrica

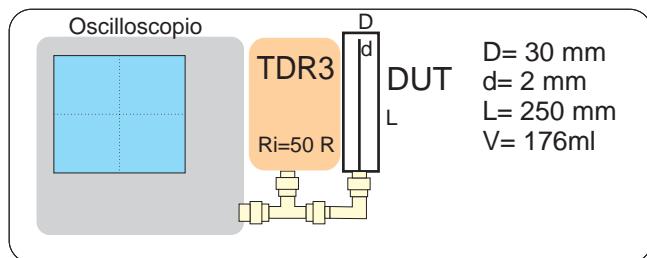


Misura costante dielettrica di un liquido ϵ_r

Per misurare la costante dielettrica di un liquido, obbligatorio avere un contenitore.

In pratica si è realizzato un contenitore metallico cilindrico ed una anima anche essa in metallo che fungono da cavo coassiale.

Senza il liquido all'interno la costante dielettrica e quella dell'aria ($r = 1$), mentre introducendo un qualsiasi liquido con costante dielettrica tipica ($r = \text{da } 2 \text{ a } 80$), si avrà un allungamento del tempo di propagazione, una diminuzione della impedenza ed un aumento della capacità.



Aria

Tempo TDR	1.70	ns
Lunghezza linea	0.25	m
Diametro Esterno	30.00	mm
diametro Interno	2.00	mm
er nota	1.00	er
er calcolata	1.04	er
Tempo TDR calc	1.67	ns
Z Coassiale	162.30	R
Z Rettilinea	70.57	R
V Ro Coassiale	3.82	V
V Ro Rettilinea	2.93	V
C Coassiale	0.04	nF
C Rettilinea	0.02	nF
L Coassiale	135.40	nH
L Rettilinea	270.81	nH
Volume	175.93	ml

Acqua

Tempo TDR	15.00	ns
Lunghezza linea	0.25	m
Diametro Esterno	30.00	mm
diametro Interno	2.00	mm
er nota	80.00	er
er calcolata	81.00	er
Tempo TDR calc	14.91	ns
Z Coassiale	18.15	R
Z Rettilinea	7.89	R
V Ro Coassiale	1.33	V
V Ro Rettilinea	0.68	V
C Coassiale	3.01	nF
C Rettilinea	1.50	nF
L Coassiale	135.40	nH
L Rettilinea	270.81	nH
Volume	175.93	ml

Input	Dat Fisici	
15 ns	Tempo TDR per ricavare ϵ_r	
0.25 m	Lunghezza linea Trasmissione	
30 mm	Diametro Esterno / Distanza	
2 mm	diametro Interno	
80 er	Coastante Dielettrica	
2.3	PE Polietilene	
1.4	PEG Polietilene gas	
25	alcool metilico	
80.1	H ₂ O	

OUT	ϵ_r , TP, Impedenza, Reattanza
81.000 er	Coastante Dielettrica calcolata
14.907 ns	Tempo TDR
18.1 R	Z Impedenza Coassiale
7.9 R	Z Impedenza Rettilinea
3.009 nF	C Capacità Coassiale
1.504 nF	C Capacita Rettilinea
135.403 nH	L Induttanza Coassiale
270.805 nH	L Induttanza Rettilinea
175.929 ml	Volume

Formule utilizzate

$$Ro = Vo * Ri / (Vi - Vo)$$

$$\epsilon_r = (0.3 / VP_{[m/ns]})^2$$

$$Z = (60 / \sqrt{\epsilon_r}) * (\ln(D_{[mm]} / d_{[mm]}))$$

$$C_{[nF/m]} = \epsilon_r / 18 * \ln(D_{[mm]} / d_{[mm]})$$

DUT = Dispositivo in prova

Ri = Resistenza interna generatore [Ohm]

Ro = Resistenza incognita [Ohm]

Vi = Volt del generatore [V]

Vo = Volt in uscita [V]

VP = Velocità di Propagazione

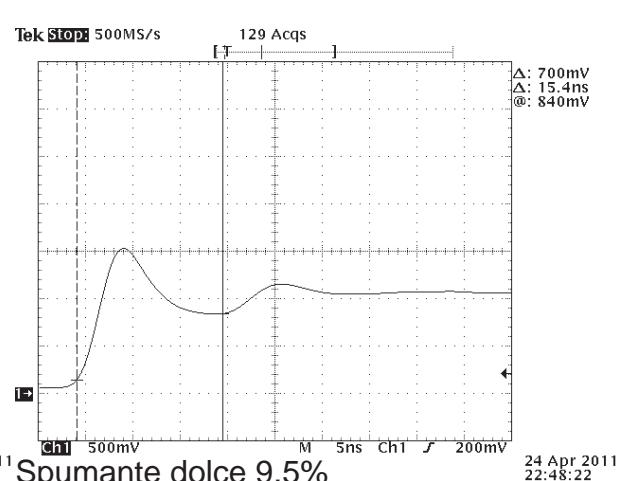
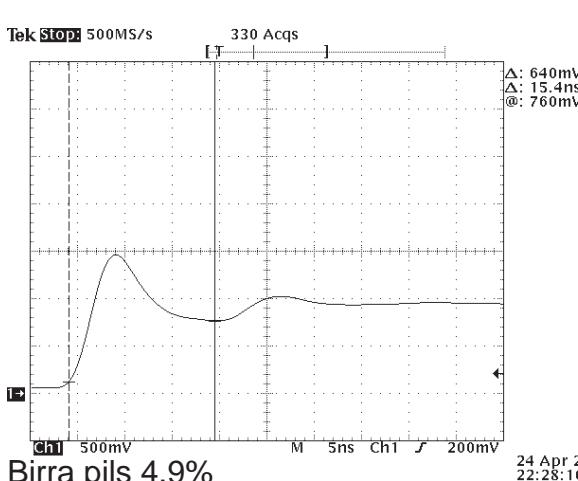
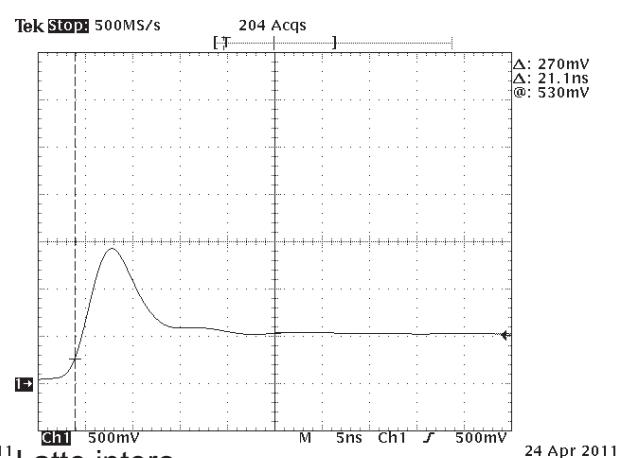
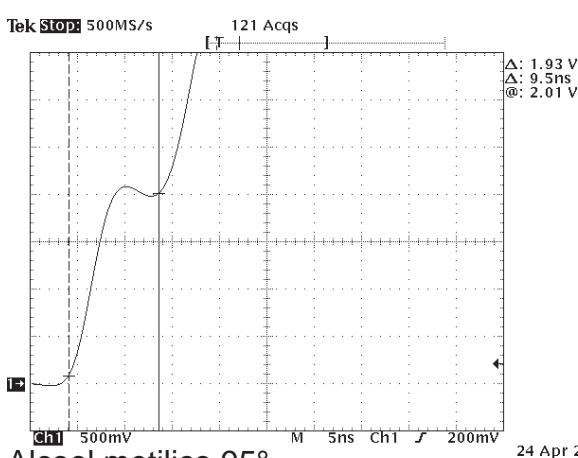
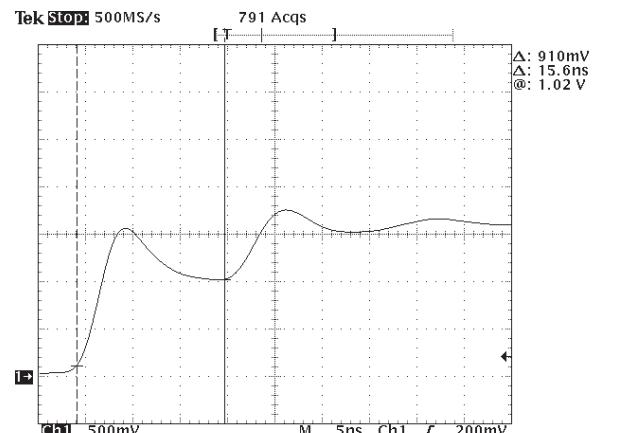
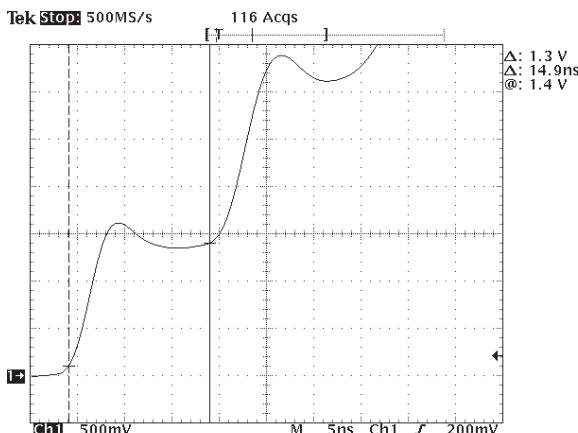
ϵ_r = Costante Dielettrica



110425-er2.JPG



110425-er1.JPG



Alcuni strumenti utilizzati per ricavare la lunghezza di cavi elettrici

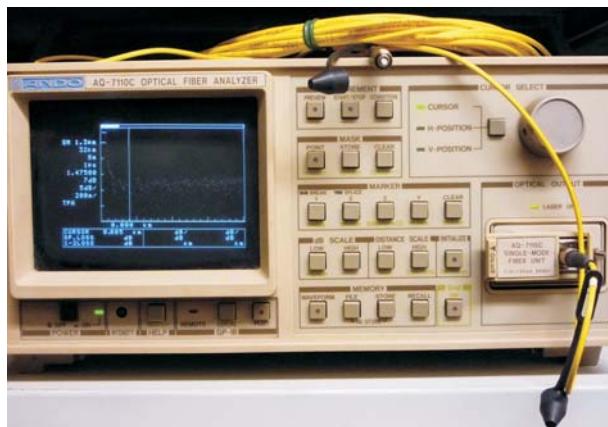


110514-DCM-2.JPG

Misuratore di distanza Capacitiva



110515-20m-.JPG



AQ-7110C OTDR Fibre Ottiche

110515-Ando AQ7110-.JPG



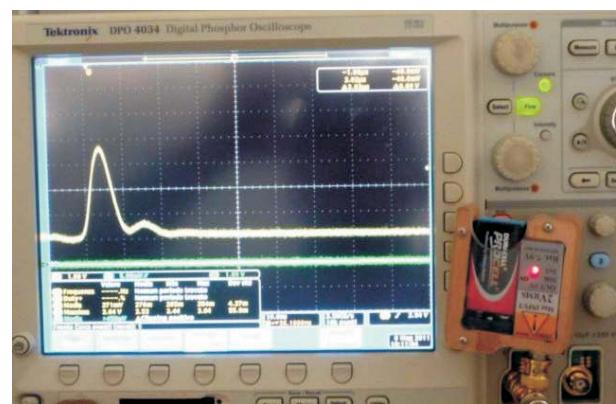
Tek 1503 TDR CABLE TESTER

110514-Tek-1503-TDR-3-.JPG



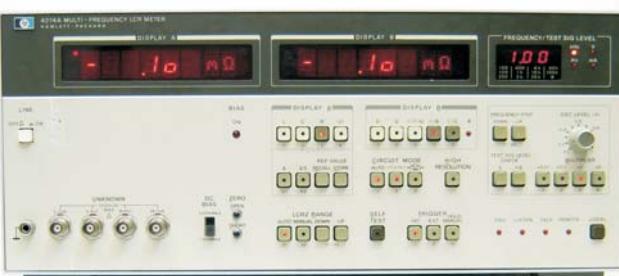
SI 7727 HR OTDR Fibre Ottiche

110515-SI7727HR-.JPG



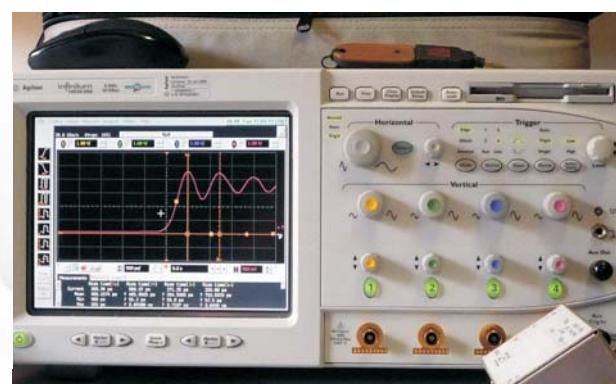
Oscilloscopio Tek DPO4034 350 Mhz

110506-Tek-DPO4034-1-.JPG



Ponte LCR

HP 4274A-1.JPG



**Oscilloscopio HP54855A 6 GHz 20 GSa/s
ultimo arrivato**

110517-HP54855A-.JPG

Abbreviazioni e unità utilizzate

	Note
A	= Ampere corrente elettrica
AWG	= American Wire Gauge
BW	= Band Width
c	= Velocità della luce nel vuoto
C	= Capacità
Ch	= Canale n
cosφ	= Cosfi
d	= Diametro Interno
D	= Diametro Esterno
DUT	= Device Under Test
ESR	= Equivalent Series Resistance
EXT	= External
F	= Farad
FT	= Fall Time
g	= Grammi
Hz	= Hertz
H	= Henry
I	= Corrente in Ampere
l	= litro
L	= Induttanza in Henry
LCR	= Strumento di misura
LOOP	= Andata e ritorno di un cavo
m	= Metri
Ohm	= Resistenza Ω o R
R	= Resistenza o Impedenza in Ohm
Ri	= Resistenza interna generatore
Ro	= Resistenza incognita
RT	= Rise Time
s	= Secondi
Trig	= Trigger
T	= Tempo
TDR	= Time Domain Reflectometer o Response
TP	= Tempo di Propagazione
V	= Volt
Vf	= Volt di riferimento
Vi	= Volt interno generatore
Vo	= Volt in uscita
VP	= Velocità di Propagazione
W	= Watt o potenza
Z	= Impedenza in Ohm o R o Ω
εo	= Permittività nel vuoto
εr	= Permittività Relativa

Matematica

/	= Divisione
*	= Moltiplicazione
+	= Somma
-	= Sottrazione
%	= Percentuale
.	= Separatore decimale
@	= Tipico
del	= Delta (variazione o relativo)
log	= Logaritmo base 10
In	= Logaritmo naturale

Multipli Sottomultipli

p	= Pico 10^{-12}
n	= Nano 10^{-9}
μ o u	= Micro 10^{-6}
m	= Milli 10^{-3}
k	= Kilo 10^3
M	= Mega 10^6
G	= Giga 10^9
T	= Tera 10^{12}

Computer

*.ARB	= Estensione di Benchlink HP
*.BMP	= Estensione di immagine
*.CDR	= Estensione di CorelDraw
*.CSV	= Estensione di Dati in ASCII
*.JPG	= Estensione di immagine compressa
*.NBK	= Estensione di wavestar Tektronix
*.PDF	= Estensione di Adobe
*.PNG	= Estensione di immagine
*.TIFF	= Estensione di immagine
*.XLS	= Estensione di Excel foglio di calcolo

GG/MM/AA = Formato Data (Giorno/Mese/Anno)
hh:mm:ss = Formato Tempo (Ore:Minuti:Secondi)

U.S. Unit

1 In	= 0.0254 m	3.28 ft	= 1 m
1 ft	= 0.3048 m	39.37 in	= 1 m
1 lb	= 453.59237 g	2.205 lb	= 1 kg
1 OZ	= 28.3495 g	35.274 oz	= 1 kg

Formule MATEMATICHE utilizzate

Banda Passante	$BW_{[GHz]} = 1/(RT_{[ns]} * 3)$ $BW_{[GHz]} = 0.33/RT_{[ns]}$	TDR3/00 TDR3/00
Capacità	$C_{[pF/ft]} = 7.36 * \epsilon_r / (\log(D_{[in]} / d_{[in]}))$ $C_{[pF/m]} = 24.141 * \epsilon_r / (\log(D_{[mm]} / d_{[mm]}))$ $C_{[nF/m]} = \epsilon_r / 18 * \ln(D_{[mm]} / d_{[mm]})$ $C_{[nF/m]} = \epsilon_r / 36 * \ln(D_{[mm]} / d_{[mm]})$ $C_{[nF]} = T_{[ns]} - RT_{[ns]} / (Ri * \ln(Vi / (Vi - Vf)))$ $C_{[nF]} = T_{[ns]} - 3.3 / 33$	Coassiali U.S. Coassiali Coassiali Paralleli TDR3/00 TDR3/00
Costante Dielettrica	$\epsilon_r = (0.3 / VP_{[m/ns]})^2$	
Corrente	$I = V/R$	
Induttanza	$L_{[nH/ft]} = 140 * \log(D_{[in]} / d_{[in]})$ $L_{[nH/m]} = 459 * \log(D_{[mm]} / d_{[mm]})$ $L_{[nH/m]} = 200 * \ln(D_{[mm]} / d_{[mm]})$ $L_{[nH/m]} = 400 * \ln(D_{[mm]} / d_{[mm]})$ $L_{[uH]} = T_{[ns]} - RT_{[ns]} / (Ri * \log(Vi / Vf))$ $L_{[uH]} = T_{[ns]} - 3.3 / 14$	Coassiali U.S. Coassiali Coassiali Paralleli TDR3/00 TDR3/00
Resistenza	$R = V/I$ $Ro = Vo * Ri / (Vi - Vo)$ $Ri = (Vi - Vo) * Ro / Vo$	TDR3/00 TDR3/00
Tempo Salita	$RT_{[ns]} = 1/BW_{[GHz]} * 3$ $RT_{[ns]} = 0.33/BW_{[GHz]}$	TDR3/00 TDR3/00
Tensione	$V = R * I$ $Vo = (Ro * Vi) / (Ri + Ro)$	TDR3/00
Velocità Propagazione	$VP_{[m/ns]} = 0.3 / \sqrt{\epsilon_r}$ $VP_{[ft/ns]} = 0.984 / \sqrt{\epsilon_r}$ $VP_{[m/ns]} = T_{[ns]} / Lunghezza_{[m]}$	U.S.
Potenza	$W = V * I$ $W = V * I * \cos\phi$ $W = (V * V) / R$ $W = I * I * R$	
Impedenza	$Z = (138 / \sqrt{\epsilon_r}) * (\log(D_{[in]} / d_{[in]}))$ $Z = (138 / \sqrt{\epsilon_r}) * (\log(D_{[mm]} / d_{[mm]}))$ $Z = (60 / \sqrt{\epsilon_r}) * (\ln(D_{[mm]} / d_{[mm]}))$ $Z = \sqrt{(L/C)}$	Coassiali U.S. Coassiali Coassiali Cavi in generale
Propagazione	$\% = (1000000/c) / T_{[ns/m]} * 200$ $\% = 667 / T_{[ns]}$	TDR3/00 TDR3/00

Modulo Check List

Identificazione

 Descrizione

.....	/ .. / ..
-------	-----------

 Marca

.....	/ .. / ..
-------	-----------

 Modello

.....	/ .. / ..
-------	-----------

 Fotografia

.....	JPG	/ .. / ..
-------	-----	-----------

 Fotografia Elaborata

.....	JPG	/ .. / ..
-------	-----	-----------

 -

.....	/ .. / ..
-------	-----------

 Diametro Est./Int./cavo

.....	• mm	/ .. / ..
-------	------	-----------

 Sezione cavo

.....	• mm ²	/ .. / ..
-------	-------------------	-----------

 Lunghezza

.....	• m	/ .. / ..
-------	-----	-----------

 Misure LCR

HP4274A	/ .. / ..
---------	-----------

 Resistenza [LOOP]

.....	• R	/ .. / ..
-------	-----	-----------

 Induttanza [LOOP]

.....	• uH	/ .. / ..
-------	------	-----------

 Capacità

.....	• nF	/ .. / ..
-------	------	-----------

 Peso

.....	• g	/ .. / ..
-------	-----	-----------

 File Wavestar /HP54855

.....	• NBK	/ .. / ..
-------	-------	-----------

 - Setting

<input type="checkbox"/>	S-RT S-1 S-2 S-3 S-4 S-5 S-6 S-7 S-8 S-9								
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--

 * Impedenza

.....	• R	/ .. / ..
-------	-----	-----------

 * Propagazione

.....	• %	/ .. / ..
-------	-----	-----------

 * Tempo

.....	• ns	/ .. / ..
-------	------	-----------

 - Esportazione

.....	• BMP	/ .. / ..
-------	-------	-----------

 - Esportazione

.....	• CSV	/ .. / ..
-------	-------	-----------

 File Corel Draw

.....	• CDR	/ .. / ..
-------	-------	-----------

 File ADOBE

.....	• PDF	/ .. / ..
-------	-------	-----------

XXX GG / MM / HH

Pagina 71 di 82

Note:

Data: / /

HP4274A-Tabella r4.xls 27/01/12 DATADIX

Portata V =

		Barrare quella non utilizzata	Unità	10 mV	100 mV	1 V	5 V
Hz 100	L induttanza	C capacità					
	ESR Serie	ESR Parallello					
	Q	D	Z				
Hz 120	L induttanza	C capacità					
	ESR Serie	ESR Parallello					
	Q	D	Z				
Hz 200	L induttanza	C capacità					
	ESR Serie	ESR Parallello					
	Q	D	Z				
Hz 400	L induttanza	C capacità					
	ESR Serie	ESR Parallello					
	Q	D	Z				
KHz 1	L induttanza	C capacità					
	ESR Serie	ESR Parallello					
	Q	D	Z				
KHz 2	L induttanza	C capacità					
	ESR Serie	ESR Parallello					
	Q	D	Z				
KHz 4	L induttanza	C capacità					
	ESR Serie	ESR Parallello					
	Q	D	Z				
KHz 10	L induttanza	C capacità					
	ESR Serie	ESR Parallello					
	Q	D	Z				
KHz 20	L induttanza	C capacità					
	ESR Serie	ESR Parallello					
	Q	D	Z				
KHz 40	L induttanza	C capacità					
	ESR Serie	ESR Parallello					
	Q	D	Z				
KHz 100	L induttanza	C capacità					
	ESR Serie	ESR Parallello					
	Q	D	Z				
Barrare quella non utilizzata		Unità	10 mV	100 mV	1 V	5 V	

IMPOSTAZIONI OSCILLOSCOPIO Setting

S-1

Tek TDS340A
 :HEAD 1
 :VERB 0
 :ALI:STATE 1
 :DAT:ENC RIB
 DEST REF1
 SOU CH1
 STAR 1
 STOP 1000
 WID 1
 :LOC NON
 :ACQ:MOD AVE
NUMAV 8
 NUME 8
 STATE 1
 STOPA RUNST
 :DIS:FORM YT
 STY VEC
 PERS 5.0E-1
 GRA FUL
 TRIGT 0
 CLOC 1
 INTENSIT:OVERA 85
 WAVE BRI
 TEX DIM
 CONTR 150
 :SEL:CH1 1
 CH2 0
 MATH 0
 REF1 0
 REF2 0
 CONTRO CH1
 :HARDC:FORM BMP
 PORT RS232
 LAY PORTR
 :HOR:MOD MAI
 RECO 1000
 POS 5.0E1
SCA 5.0E-9
 TRIG:POS 10
:HOR:MAI:SCA 5.0E-9
 :HOR:DEL:MOD RUNSA
 SCA 5.0E-9
 TIM:RUNSA 1.0065E-6
 :HOR:REF1 LOC
 REF2 LOC
 FIT 1
 :MEASU:MEAS1:TYP PERI
 SOURCE1 CH1
 STATE 0
 :MEASU:MEAS2:TYP PERI
 SOURCE1 CH1
 STATE 0
 :MEASU:MEAS3:TYP PERI
 SOURCE1 CH1
 STATE 0
 :MEASU:MEAS4:TYP PERI
 SOURCE1 CH1
 STATE 0
 :MEASU:IMM:TYP PERI
 SOURCE1 CH1
 :MEASU:GAT 0
 METH HIS
 REFL:METH PERC
 ABS:HIGH 0.0E0
 LOW 0.0E0
 MID 0.0E0
 :MEASU:REFL:PERC:HIGH 9.0E1
 LOW 1.0E1
 MID 5.0E1
 :CH1:SCA 1.0E0
 POS -3.0E0
 OFFS 0.0E0
 COUP DC
 BAN FUL
 INV 0
 :CH2:SCA 2.0E-1
POS 4.58E0
 OFFS 5.0E0
 COUP DC
 BAN FUL
 INV 0
 :CURS:FUNC PAI
 VBA:UNI SECO
POSITION1 4.0E-8
POSITION2 -1.8E-9
 SEL CURSOR1
 :CURS:HBA:POSITION1 -2.0E-1
 POSITION2 6.2E0
 SEL CURSOR1
:CURS:PAI:POSITION1 4.0E-8
POSITION2 -1.8E-9
 SEL CURSOR1
 :MATH:DEFINE "Ch1 + Ch2"
 :ZOO:VERT:SCA 1.0E0
 POS 0.0E0
 :TRIG:MAI:MOD AUTO
 TYP EDGE
 HOL:VAL 1.00075E-4
 :TRIG:MAI:EDGE:SOU CH1
 COUP DC
 SLO RIS
 :TRIG:MAI:VID:SOU CH1
 HOL:VAL 1.00075E-4
 :TRIG:MAI:VID:FIELD FIELD1
 SCAN RATE1
 :TRIG:MAI:LEV 5.0E-1

S-2

Tek TDS340A
 :HEAD 1
 :VERB 0
 :ALI:STATE 1
 :DAT:ENC RIB
 DEST REF1
 SOU CH1
 STAR 1
 STOP 1000
 WID 1
 :LOC NON
 :ACQ:MOD AVE
NUMAV 16
 NUME 8
 STATE 1
 STOPA RUNST
 :DIS:FORM YT
 STY VEC
 PERS 5.0E-1
 GRA FUL
 TRIGT 0
 CLOC 1
 INTENSIT:OVERA 85
 WAVE BRI
 TEX DIM
 CONTR 150
 :SEL:CH1 1
 CH2 0
 MATH 0
 REF1 0
 REF2 0
 CONTRO CH1
 :HARDC:FORM BMP
 PORT RS232
 LAY PORTR
 :HOR:MOD MAI
 RECO 1000
 POS 5.0E1
SCA 5.0E-8
 TRIG:POS 10
:HOR:MAI:SCA 5.0E-8
 :HOR:DEL:MOD RUNSA
 SCA 5.0E-9
 TIM:RUNSA 1.0065E-6
 :HOR:REF1 LOC
 REF2 LOC
 FIT 1
 :MEASU:MEAS1:TYP PERI
 SOURCE1 CH1
 STATE 0
 :MEASU:MEAS2:TYP PERI
 SOURCE1 CH1
 STATE 0
 :MEASU:MEAS3:TYP PERI
 SOURCE1 CH1
 STATE 0
 :MEASU:MEAS4:TYP PERI
 SOURCE1 CH1
 STATE 0
 :MEASU:IMM:TYP PERI
 SOURCE1 CH1
 :MEASU:GAT 0
 METH HIS
 REFL:METH PERC
 ABS:HIGH 0.0E0
 LOW 0.0E0
 MID 0.0E0
 :MEASU:REFL:PERC:HIGH 9.0E1
 LOW 1.0E1
 MID 5.0E1
 :CH1:SCA 1.0E0
 POS -3.0E0
 OFFS 0.0E0
 COUP DC
 BAN FUL
 INV 0
 :CH2:SCA 2.0E-1
POS 0.0E0
 OFFS 5.1E0
 COUP DC
 BAN FUL
 INV 0
 :CURS:FUNC PAI
 VBA:UNI SECO
POSITION1 9.8E-8
POSITION2 -2.0E-9
 SEL CURSOR1
 :CURS:HBA:POSITION1 -2.0E-1
 POSITION2 6.2E0
 SEL CURSOR1
:CURS:PAI:POSITION1 9.8E-8
POSITION2 -2.0E-9
 SEL CURSOR1
 :MATH:DEFINE "Ch1 + Ch2"
 :ZOO:VERT:SCA 1.0E0
 POS 0.0E0
 :TRIG:MAI:MOD AUTO
 TYP EDGE
 HOL:VAL 1.00075E-4
 :TRIG:MAI:EDGE:SOU CH1
 COUP DC
 SLO RIS
 :TRIG:MAI:VID:SOU CH1
 HOL:VAL 1.00075E-4
 :TRIG:MAI:VID:FIELD FIELD1
 SCAN RATE1
 :TRIG:MAI:LEV 5.0E-1

S-3

Tek TDS340A
 :HEAD 1
 :VERB 0
 :ALI:STATE 1
 :DAT:ENC RIB
 DEST REF1
 SOU CH1
 STAR 1
 STOP 1000
 WID 1
 :LOC NON
 :ACQ:MOD AVE
NUMAV 8
 NUME 8
 STATE 1
 STOPA RUNST
 :DIS:FORM YT
 STY VEC
 PERS 5.0E-1
 GRA FUL
 TRIGT 0
 CLOC 1
 INTENSIT:OVERA 85
 WAVE BRI
 TEX DIM
 CONTR 150
 :SEL:CH1 1
 CH2 0
 MATH 0
 REF1 0
 REF2 0
 CONTRO CH1
 :HARDC:FORM BMP
 PORT RS232
 LAY PORTR
 :HOR:MOD MAI
 RECO 1000
 POS 5.0E1
SCA 5.0E-7
 TRIG:POS 10
:HOR:MAI:SCA 5.0E-7
 :HOR:DEL:MOD RUNSA
 SCA 5.0E-9
 TIM:RUNSA 1.0065E-6
 :HOR:REF1 LOC
 REF2 LOC
 FIT 1
 :MEASU:MEAS1:TYP PERI
 SOURCE1 CH1
 STATE 0
 :MEASU:MEAS2:TYP PERI
 SOURCE1 CH1
 STATE 0
 :MEASU:MEAS3:TYP PERI
 SOURCE1 CH1
 STATE 0
 :MEASU:MEAS4:TYP PERI
 SOURCE1 CH1
 STATE 0
 :MEASU:IMM:TYP PERI
 SOURCE1 CH1
 :MEASU:GAT 0
 METH HIS
 REFL:METH PERC
 ABS:HIGH 0.0E0
 LOW 0.0E0
 MID 0.0E0
 :MEASU:REFL:PERC:HIGH 9.0E1
 LOW 1.0E1
 MID 5.0E1
 :CH1:SCA 1.0E-1
 POS -3.0E0
 OFFS 0.0E0
 COUP DC
 BAN FUL
 INV 0
 :CH2:SCA 2.0E-1
POS 5.6E-1
 OFFS 5.1E0
 COUP DC
 BAN FUL
 INV 0
 :CURS:FUNC PAI
 VBA:UNI SECO
POSITION1 9.54E-6
POSITION2 -4.6E-7
 SEL CURSOR1
 :CURS:HBA:POSITION1 -2.0E-2
 POSITION2 6.2E-1
 SEL CURSOR1
:CURS:PAI:POSITION1 9.54E-6
POSITION2 -4.6E-7
 SEL CURSOR1
 :MATH:DEFINE "Ch1 + Ch2"
 :ZOO:VERT:SCA 1.0E0
 POS 0.0E0
 :TRIG:MAI:MOD AUTO
 TYP EDGE
 HOL:VAL 1.00075E-4
 :TRIG:MAI:EDGE:SOU CH1
 COUP DC
 SLO RIS
 :TRIG:MAI:VID:SOU CH1
 HOL:VAL 1.00075E-4
 :TRIG:MAI:VID:FIELD FIELD1
 SCAN RATE1
 :TRIG:MAI:LEV 5.0E-1

S-4

Tek TDS340A
 :HEAD 1
 :VERB 0
 :ALI:STATE 1
 :DAT:ENC RIB
 DEST REF1
 SOU CH1
 STAR 1
 STOP 1000
 WID 1
 :LOC NON
 :ACQ:MOD AVE
NUMAV 16
 NUME 8
 STATE 1
 STOPA RUNST
 :DIS:FORM YT
 STY VEC
 PERS 5.0E-1
 GRA FUL
 TRIGT 0
 CLOC 1
 INTENSIT:OVERA 85
 WAVE BRI
 TEX DIM
 CONTR 150
 :SEL:CH1 1
 CH2 0
 MATH 0
 REF1 0
 REF2 0
 CONTRO CH1
 :HARDC:FORM BMP
 PORT RS232
 LAY PORTR
 :HOR:MOD MAI
 RECO 1000
 POS 5.0E1
SCA 2.5E-8
 TRIG:POS 10
:HOR:MAI:SCA 2.5E-8
 :HOR:DEL:MOD RUNSA
 SCA 5.0E-9
 TIM:RUNSA 1.0065E-6
 :HOR:REF1 LOC
 REF2 LOC
 FIT 1
 :MEASU:MEAS1:TYP PERI
 SOURCE1 CH1
 STATE 0
 :MEASU:MEAS2:TYP PERI
 SOURCE1 CH1
 STATE 0
 :MEASU:MEAS3:TYP PERI
 SOURCE1 CH1
 STATE 0
 :MEASU:MEAS4:TYP PERI
 SOURCE1 CH1
 STATE 0
 :MEASU:IMM:TYP PERI
 SOURCE1 CH1
 :MEASU:GAT 0
 METH HIS
 REFL:METH PERC
 ABS:HIGH 0.0E0
 LOW 0.0E0
 MID 0.0E0
 :MEASU:REFL:PERC:HIGH 9.0E1
 LOW 1.0E1
 MID 5.0E1
 :CH1:SCA 1.0E0
 POS -3.0E0
 OFFS 0.0E0
 COUP DC
 BAN FUL
 INV 0
 :CH2:SCA 2.0E-1
POS 2.0E-2
 OFFS 5.1E0
 COUP DC
 BAN FUL
 INV 0
 :CURS:FUNC OFF
 VBA:UNI SECO
POSITION1 2.0E-7
POSITION2 -2.0E-9
 SEL CURSOR1
 :CURS:HBA:POSITION1 -2.0E-1
 POSITION2 6.2E0
 SEL CURSOR1
:CURS:PAI:POSITION1 2.0E-7
POSITION2 -2.0E-9
 SEL CURSOR1
 :MATH:DEFINE "Ch1 + Ch2"
 :ZOO:VERT:SCA 1.0E0
 POS 0.0E0
 :TRIG:MAI:MOD AUTO
 TYP EDGE
 HOL:VAL 1.00075E-4
 :TRIG:MAI:EDGE:SOU CH1
 COUP DC
 SLO RIS
 :TRIG:MAI:VID:SOU CH1
 HOL:VAL 1.00075E-4
 :TRIG:MAI:VID:FIELD FIELD1
 SCAN RATE1
 :TRIG:MAI:LEV 5.0E-1

S-5

Tek TDS340A
 :HEAD 1
 :VERB 0
 :ALI:STATE 1
 :DAT:ENC RIB
 DEST REF1
 SOU CH1
 STAR 1
 STOP 1000
 WID 1
 :LOC NON
 :ACQ:MOD AVE
NUMAV 16
 NUME 8
 STATE 1
 STOPA RUNST
 :DIS:FORM YT
 STY VEC
 PERS 5.0E-1
 GRA FUL
 TRIGT 0
 CLOC 1
 INTENSIT:OVERA 85
 WAVE BRI
 TEX DIM
 CONTR 150
 :SEL:CH1 1
 CH2 0
 MATH 0
 REF1 0
 REF2 0
 CONTRO CH1
 :HARDC:FORM BMP
 PORT RS232
 LAY PORTR
 :HOR:MOD MAI
 RECO 1000
 POS 5.0E1
SCA 2.5E-7
 TRIG:POS 10
:HOR:MAI:SCA 2.5E-7
 :HOR:DEL:MOD RUNSA
 SCA 5.0E-9
 TIM:RUNSA 1.0065E-6
 :HOR:REF1 LOC
 REF2 LOC
 FIT 1
 :MEASU:MEAS1:TYP PERI
 SOURCE1 CH1
 STATE 0
 :MEASU:MEAS2:TYP PERI
 SOURCE1 CH1
 STATE 0
 :MEASU:MEAS3:TYP PERI
 SOURCE1 CH1
 STATE 0
 :MEASU:MEAS4:TYP PERI
 SOURCE1 CH1
 STATE 0
 :MEASU:IMM:TYP PERI
 SOURCE1 CH1
 :MEASU:GAT 0
 METH HIS
 REFL:METH PERC
 ABS:HIGH 0.0E0
 LOW 0.0E0
 MID 0.0E0
 :MEASU:REFL:PERC:HIGH 9.0E1
 LOW 1.0E1
 MID 5.0E1
 :CH1:SCA 1.0E0
 POS -3.0E0
 OFFS 0.0E0
 COUP DC
 BAN FUL
 INV 0
 :CH2:SCA 2.0E-1
POS 2.0E-2
 OFFS 5.1E0
 COUP DC
 BAN FUL
 INV 0
 :CURS:FUNC PAI
 VBA:UNI SECO
POSITION1 1.4E-6
POSITION2 -2.0E-8
 SEL CURSOR1
 :CURS:HBA:POSITION1 -2.0E-1
 POSITION2 6.2E0
 SEL CURSOR1
:CURS:PAI:POSITION1 1.4E-6
POSITION2 -2.0E-8
 SEL CURSOR1
 :MATH:DEFINE "Ch1 + Ch2"
 :ZOO:VERT:SCA 1.04E0
 POS 0.0E0
 :TRIG:MAI:MOD AUTO
 TYP EDGE
 HOL:VAL 1.00075E-4
 :TRIG:MAI:EDGE:SOU CH1
 COUP DC
 SLO RIS
 :TRIG:MAI:VID:SOU CH1
 HOL:VAL 1.00075E-4
 :TRIG:MAI:VID:FIELD FIELD1
 SCAN RATE1
 :TRIG:MAI:LEV 5.0E-1

POWER CONVERSION TABLE 50R

Power (dbm)	Power (mW)	Volt (VRMS)	Volt (VP-P)	R (ohm)	Power (dbm)	Power (mW)	Volt (VRMS)	Volt (VP-P)
					50			
-61					-10	0.100000	0.070711	0.200000
-60	0.000001	0.000224	0.000632		-9	0.125893	0.079339	0.224404
-59	0.000001	0.000251	0.000710		-8	0.158489	0.089019	0.251785
-58	0.000002	0.000282	0.000796		-7	0.199526	0.099881	0.282508
-57	0.000002	0.000316	0.000893		-6	0.251189	0.112069	0.316979
-56	0.000003	0.000354	0.001002		-5	0.316228	0.125743	0.355656
-55	0.000003	0.000398	0.001125		-4	0.398107	0.141086	0.399052
-54	0.000004	0.000446	0.001262		-3	0.501187	0.158301	0.447744
-53	0.000005	0.000501	0.001416		-2	0.630957	0.177617	0.502377
-52	0.000006	0.000562	0.001589		-1	0.794328	0.199290	0.563677
-51	0.000008	0.000630	0.001783		0	1.000000	0.223607	0.632456
-50	0.000010	0.000707	0.002000		1	1.258925	0.250891	0.709627
-49	0.000013	0.000793	0.002244		2	1.584893	0.281504	0.796214
-48	0.000016	0.000890	0.002518		3	1.995262	0.315853	0.893367
-47	0.000020	0.000999	0.002825		4	2.511886	0.354393	1.002374
-46	0.000025	0.001121	0.003170		5	3.162278	0.397635	1.124683
-45	0.000032	0.001257	0.003557		6	3.981072	0.446154	1.261915
-44	0.000040	0.001411	0.003991		7	5.011872	0.500593	1.415892
-43	0.000050	0.001583	0.004477		8	6.309573	0.561675	1.588656
-42	0.000063	0.001776	0.005024		9	7.943282	0.630210	1.782502
-41	0.000079	0.001993	0.005637		10	10.000000	0.707107	2.000000
-40	0.000100	0.002236	0.006325		11	12.589254	0.793387	2.244037
-39	0.000126	0.002509	0.007096		12	15.848932	0.890195	2.517851
-38	0.000158	0.002815	0.007962		13	19.952623	0.998815	2.825075
-37	0.000200	0.003159	0.008934		14	25.118864	1.120689	3.169786
-36	0.000251	0.003544	0.010024		15	31.622777	1.257433	3.556559
-35	0.000316	0.003976	0.011247		16	39.810717	1.410864	3.990525
-34	0.000398	0.004462	0.012619		17	50.118723	1.583015	4.477442
-33	0.000501	0.005006	0.014159		18	63.095734	1.776172	5.023773
-32	0.000631	0.005617	0.015887		19	79.432823	1.992898	5.636766
-31	0.000794	0.006302	0.017825		20	100.000000	2.236068	6.324555
-30	0.001000	0.007071	0.020000		21	125.892541	2.508910	7.096268
-29	0.001259	0.007934	0.022440		22	158.489319	2.815043	7.962143
-28	0.001585	0.008902	0.025179		23	199.526231	3.158530	8.933672
-27	0.001995	0.009988	0.028251		24	251.188643	3.543929	10.023745
-26	0.002512	0.011207	0.031698		25	316.227766	3.976354	11.246827
-25	0.003162	0.012574	0.035566		26	398.107171	4.461542	12.619147
-24	0.003981	0.014109	0.039905		27	501.187234	5.005933	14.158916
-23	0.005012	0.015830	0.044774		28	630.957344	5.616749	15.886565
-22	0.006310	0.017762	0.050238		29	794.328235	6.302096	17.825019
-21	0.007943	0.019929	0.056368		30	1000.000000	7.071068	20.000000
-20	0.010000	0.022361	0.063246		31	1258.925412	7.933869	22.440369
-19	0.012589	0.025089	0.070963		32	1584.893192	8.901947	25.178508
-18	0.015849	0.028150	0.079621		33	1995.262315	9.988149	28.250751
-17	0.019953	0.031585	0.089337		34	2511.886432	11.206887	31.697864
-16	0.025119	0.035439	0.100237		35	3162.277660	12.574334	35.565588
-15	0.031623	0.039764	0.112468		36	3981.071706	14.108635	39.905246
-14	0.039811	0.044615	0.126191		37	5011.872336	15.830149	44.774423
-13	0.050119	0.050059	0.141589		38	6309.573445	17.761719	50.237729
-12	0.063096	0.056167	0.158866		39	7943.282347	19.928977	56.367659
-11	0.079433	0.063021	0.178250					
Power (dbm)	Power (mW)	Volt (VRMS)	Volt (VP-P)	R (ohm)	Power (dbm)	Power (mW)	Volt (VRMS)	Volt (VP-P)

POWER CONVERSION TABLE 75R

Power (dbm)	Power (mW)	Volt (VRMS)	Volt (VP-P)	R (ohm)	Power (dbm)	Power (mW)	Volt (VRMS)	Volt (VP-P)
					75			
-61					-10	0.100000	0.086603	0.244949
-60	0.000001	0.000274	0.000775		-9	0.125893	0.097170	0.274837
-59	0.000001	0.000307	0.000869		-8	0.158489	0.109026	0.308372
-58	0.000002	0.000345	0.000975		-7	0.199526	0.122329	0.346000
-57	0.000002	0.000387	0.001094		-6	0.251189	0.137256	0.388218
-56	0.000003	0.000434	0.001228		-5	0.316228	0.154004	0.435588
-55	0.000003	0.000487	0.001377		-4	0.398107	0.172795	0.488737
-54	0.000004	0.000546	0.001546		-3	0.501187	0.193879	0.548372
-53	0.000005	0.000613	0.001734		-2	0.630957	0.217536	0.615284
-52	0.000006	0.000688	0.001946		-1	0.794328	0.244079	0.690360
-51	0.000008	0.000772	0.002183		0	1.000000	0.273861	0.774597
-50	0.000010	0.000866	0.002449		1	1.258925	0.307277	0.869112
-49	0.000013	0.000972	0.002748		2	1.584893	0.344771	0.975159
-48	0.000016	0.001090	0.003084		3	1.995262	0.386839	1.094147
-47	0.000020	0.001223	0.003460		4	2.511886	0.434041	1.227653
-46	0.000025	0.001373	0.003882		5	3.162278	0.487002	1.377449
-45	0.000032	0.001540	0.004356		6	3.981072	0.546425	1.545524
-44	0.000040	0.001728	0.004887		7	5.011872	0.613099	1.734106
-43	0.000050	0.001939	0.005484		8	6.309573	0.687908	1.945699
-42	0.000063	0.002175	0.006153		9	7.943282	0.771846	2.183110
-41	0.000079	0.002441	0.006904		10	10.000000	0.866025	2.449490
-40	0.000100	0.002739	0.007746		11	12.589254	0.971696	2.748373
-39	0.000126	0.003073	0.008691		12	15.848932	1.090261	3.083725
-38	0.000158	0.003448	0.009752		13	19.952623	1.223293	3.459996
-37	0.000200	0.003868	0.010941		14	25.118864	1.372558	3.882180
-36	0.000251	0.004340	0.012277		15	31.622777	1.540035	4.355877
-35	0.000316	0.004870	0.013774		16	39.810717	1.727948	4.887375
-34	0.000398	0.005464	0.015455		17	50.118723	1.938789	5.483724
-33	0.000501	0.006131	0.017341		18	63.095734	2.175357	6.152840
-32	0.000631	0.006879	0.019457		19	79.432823	2.440791	6.903600
-31	0.000794	0.007718	0.021831		20	100.000000	2.738613	7.745967
-30	0.001000	0.008660	0.024495		21	125.892541	3.072774	8.691118
-29	0.001259	0.009717	0.027484		22	158.489319	3.447709	9.751594
-28	0.001585	0.010903	0.030837		23	199.526231	3.868393	10.941469
-27	0.001995	0.012233	0.034600		24	251.188643	4.340409	12.276530
-26	0.002512	0.013726	0.038822		25	316.227766	4.870019	13.774493
-25	0.003162	0.015400	0.043559		26	398.107171	5.464251	15.455235
-24	0.003981	0.017279	0.048874		27	501.187234	6.130990	17.341059
-23	0.005012	0.019388	0.054837		28	630.957344	6.879084	19.456989
-22	0.006310	0.021754	0.061528		29	794.328235	7.718460	21.831100
-21	0.007943	0.024408	0.069036		30	1000.000000	8.660254	24.494897
-20	0.010000	0.027386	0.077460		31	1258.925412	9.716965	27.483727
-19	0.012589	0.030728	0.086911		32	1584.893192	10.902614	30.837249
-18	0.015849	0.034477	0.097516		33	1995.262315	12.232934	34.599962
-17	0.019953	0.038684	0.109415		34	2511.886432	13.725578	38.821796
-16	0.025119	0.043404	0.122765		35	3162.277660	15.400351	43.558772
-15	0.031623	0.048700	0.137745		36	3981.071706	17.279479	48.873746
-14	0.039811	0.054643	0.154552		37	5011.872336	19.387894	54.837245
-13	0.050119	0.061310	0.173411		38	6309.573445	21.753575	61.528400
-12	0.063096	0.068791	0.194570		39	7943.282347	24.407912	69.036001
-11	0.079433	0.077185	0.218311					
Power (dbm)	Power (mW)	Volt (VRMS)	Volt (VP-P)	R (ohm)	Power (dbm)	Power (mW)	Volt (VRMS)	Volt (VP-P)

DATADIX 13/08/2011 TDR3-AppendH R6
POWER CONVERSION TABLE 600R

Power (dbm)	Power (mW)	Volt (VRMS)	Volt (VP-P)	R (ohm)	Power (dbm)	Power (mW)	Volt (VRMS)	Volt (VP-P)
-61				600				
-60	0.000001	0.000775	0.002191		-10	0.100000	0.244949	0.692820
-59	0.000001	0.000869	0.002458		-9	0.125893	0.274837	0.777357
-58	0.000002	0.000975	0.002758		-8	0.158489	0.308372	0.872209
-57	0.000002	0.001094	0.003095		-7	0.199526	0.346000	0.978635
-56	0.000003	0.001228	0.003472		-6	0.251189	0.388218	1.098046
-55	0.000003	0.001377	0.003896		-5	0.316228	0.435588	1.232028
-54	0.000004	0.001546	0.004371		-4	0.398107	0.488737	1.382358
-53	0.000005	0.001734	0.004905		-3	0.501187	0.548372	1.551032
-52	0.000006	0.001946	0.005503		-2	0.630957	0.615284	1.740286
-51	0.000008	0.002183	0.006175		-1	0.794328	0.690360	1.952633
-50	0.000010	0.002449	0.006928		0	1.000000	0.774597	2.190890
-49	0.000013	0.002748	0.007774		1	1.258925	0.869112	2.458219
-48	0.000016	0.003084	0.008722		2	1.584893	0.975159	2.758167
-47	0.000020	0.003460	0.009786		3	1.995262	1.094147	3.094715
-46	0.000025	0.003882	0.010980		4	2.511886	1.227653	3.472327
-45	0.000032	0.004356	0.012320		5	3.162278	1.377449	3.896015
-44	0.000040	0.004887	0.013824		6	3.981072	1.545524	4.371401
-43	0.000050	0.005484	0.015510		7	5.011872	1.734106	4.904792
-42	0.000063	0.006153	0.017403		8	6.309573	1.945699	5.503267
-41	0.000079	0.006904	0.019526		9	7.943282	2.183110	6.174768
-40	0.000100	0.007746	0.021909		10	10.000000	2.449490	6.928203
-39	0.000126	0.008691	0.024582		11	12.589254	2.748373	7.773572
-38	0.000158	0.009752	0.027582		12	15.848932	3.083725	8.722091
-37	0.000200	0.010941	0.030947		13	19.952623	3.459996	9.786347
-36	0.000251	0.012277	0.034723		14	25.118864	3.882180	10.980462
-35	0.000316	0.013774	0.038960		15	31.622777	4.355877	12.320281
-34	0.000398	0.015455	0.043714		16	39.810717	4.887375	13.823583
-33	0.000501	0.017341	0.049048		17	50.118723	5.483724	15.510315
-32	0.000631	0.019457	0.055033		18	63.095734	6.152840	17.402860
-31	0.000794	0.021831	0.061748		19	79.432823	6.903600	19.526330
-30	0.001000	0.024495	0.069282		20	100.000000	7.745967	21.908902
-29	0.001259	0.027484	0.077736		21	125.892541	8.691118	24.582193
-28	0.001585	0.030837	0.087221		22	158.489319	9.751594	27.581674
-27	0.001995	0.034600	0.097863		23	199.526231	10.941469	30.947147
-26	0.002512	0.038822	0.109805		24	251.188643	12.276530	34.723270
-25	0.003162	0.043559	0.123203		25	316.227766	13.774493	38.960150
-24	0.003981	0.048874	0.138236		26	398.107171	15.455235	43.714007
-23	0.005012	0.054837	0.155103		27	501.187234	17.341059	49.047923
-22	0.006310	0.061528	0.174029		28	630.957344	19.456989	55.032674
-21	0.007943	0.069036	0.195263		29	794.328235	21.831100	61.747676
-20	0.010000	0.077460	0.219089		30	1000.000000	24.494897	69.282032
-19	0.012589	0.086911	0.245822		31	1258.925412	27.483727	77.735719
-18	0.015849	0.097516	0.275817		32	1584.893192	30.837249	87.220911
-17	0.019953	0.109415	0.309471		33	1995.262315	34.599962	97.863472
-16	0.025119	0.122765	0.347233		34	2511.886432	38.821796	109.804621
-15	0.031623	0.137745	0.389601		35	3162.277660	43.558772	123.202812
-14	0.039811	0.154552	0.437140		36	3981.071706	48.873746	138.235828
-13	0.050119	0.173411	0.490479		37	5011.872336	54.837245	155.103150
-12	0.063096	0.194570	0.550327		38	6309.573445	61.528400	174.028597
-11	0.079433	0.218311	0.617477		39	7943.282347	69.036001	195.263297
Power (dbm)	Power (mW)	Volt (VRMS)	Volt (VP-P)	R (ohm)	Power (dbm)	Power (mW)	Volt (VRMS)	Volt (VP-P)

RF MEASUREMENT CHART

SWR	Reflection Coefficient	Return Loss (dB)	X dB Below Reference	Relative to Unity Reference		
				Ref +X (dB)	Ref -X (dB)	Ref ±X (dB)
17.3910	0.8913	1	1	5.5350	19.2715	24.8065
8.7242	0.7943	2	2	6.0780	13.7365	18.8145
5.8480	0.7079	3	3	4.6495	10.6907	15.3402
4.4194	0.6310	4	4	4.2489	8.6585	12.9073
3.5698	0.5623	5	5	3.8755	7.1773	11.0528
3.0095	0.5012	6	6	3.5287	6.0412	9.5699
2.6146	0.4467	7	7	3.2075	5.1405	8.3480
2.3229	0.3981	8	8	2.9108	4.4096	7.3204
2.0999	0.3548	9	9	2.6376	3.8063	6.4439
1.9250	0.3162	10	10	2.3866	3.3018	5.6884
1.7849	0.2818	11	11	2.1567	2.8756	5.0322
1.6709	0.2512	12	12	1.9465	2.5126	4.4590
1.5769	0.2239	13	13	1.7547	2.2013	3.9561
1.4985	0.1995	14	14	1.5802	1.9331	3.5133
1.4326	0.1778	15	15	1.4216	1.7007	3.1224
1.3767	0.1585	16	16	1.2778	1.4988	2.7766
1.3290	0.1413	17	17	1.1476	1.3227	2.4703
1.2880	0.1259	18	18	1.0299	1.1687	2.1986
1.2628	0.1122	19	19	0.9237	1.0337	1.9574
1.2222	0.1000	20	20	0.8279	0.9151	1.7430
1.1967	0.0891	21	21	0.7416	0.8108	1.5524
1.1726	0.0794	22	22	0.6639	0.7189	1.3828
1.1524	0.0708	23	23	0.5941	0.6378	1.2319
1.1347	0.0631	24	24	0.5314	0.5661	1.0975
1.1192	0.0662	25	25	0.4752	0.5027	0.9779
1.1055	0.0601	26	26	0.4248	0.4466	0.8714
1.0935	0.0447	27	27	0.3798	0.3969	0.7765
1.0829	0.0398	28	28	0.3391	0.3529	0.6919
1.0736	0.0355	29	29	0.3028	0.3138	0.6166
1.0653	0.0316	30	30	0.2704	0.2791	0.5495
1.0580	0.0282	31	31	0.2414	0.2483	0.4897
1.0515	0.0251	32	32	0.2155	0.2210	0.4365
1.0458	0.0224	33	33	0.1923	0.1967	0.3890
1.0407	0.0200	34	34	0.1716	0.1751	0.3467
1.0362	0.0178	35	35	0.1531	0.1588	0.3090
1.0322	0.0158	36	36	0.1366	0.1388	0.2753
1.0287	0.0141	37	37	0.1218	0.1236	0.2454
1.0255	0.0126	38	38	0.1087	0.1100	0.2187
1.0227	0.0112	39	39	0.0969	0.0980	0.1949
1.0202	0.0100	40	40	0.0864	0.0873	0.1737
1.0180	0.0089	41	41	0.0771	0.0778	0.1548
1.0160	0.0079	42	42	0.0687	0.0693	0.1380
1.0143	0.0071	43	43	0.0613	0.0617	0.1230
1.0127	0.0063	44	44	0.0546	0.0560	0.1096
1.0113	0.0056	45	45	0.0487	0.0490	0.0977
1.0101	0.0050	46	46	0.0434	0.0436	0.0871
1.0090	0.0045	47	47	0.0387	0.0389	0.0776
1.0080	0.0040	48	48	0.0345	0.0346	0.0692
1.0071	0.0035	49	49	0.0308	0.0309	0.0616
1.0063	0.0032	50	50	0.0274	0.0275	0.0549
1.0057	0.0028	51	51	0.0244	0.0245	0.0490
1.0050	0.0025	52	52	0.0218	0.0218	0.0436
1.0045	0.0022	53	53	0.0194	0.0195	0.0389
1.0040	0.0020	54	54	0.0173	0.0173	0.0347
1.0036	0.0018	55	55	0.0154	0.0155	0.0309
1.0032	0.0016	56	56	0.0138	0.0138	0.0275
1.0028	0.0014	57	57	0.0123	0.0123	0.0245
1.0025	0.0013	58	58	0.0109	0.0109	0.0219
1.0022	0.0011	59	59	0.0097	0.0098	0.0195
1.0020	0.0010	60	60	0.0087	0.0087	0.0174

- The first three columns are conversion tables for return loss, reflection coefficient, and SWR.
- The last four columns are values for interactions of a small phasor X with a large phasor (unity reference) expressed in dB related to reference.

The RF Measurement Chart can be used to determine the uncertainty due to bridge/autotester VNA directivity. The "X dB Below Reference" column represents the difference between the directivity and the measured reflection (return loss). The "ref + X dB" and "ref - X dB" values are the algebraic sum of the error signal and the measured reflected signal as their phase relationship varies over 360°. Therefore, the peak-to-peak ripple ($1 \pm X$) is the total measurement uncertainty caused by the error signal.

For example, if a 30 dB return loss is measured with a 40 dB directivity

autotester, the X dB Below Reference value is 10 dB. Ref + X dB is 2.3866 dB and ref - X dB is 3.3018 dB. The actual return loss is between 27.6134 dB ($-30 + 2.3866$) and 33.3018 dB ($-30 - 3.3018$). The peak to peak ripple on a swept measurement will be 5.6884 dB. If the error and directivity signals are equal, ref + X dB equals 6 dB (voltage doubled causes 6 dB change) and ref - X dB becomes infinite, since the two signals are equal in amplitude and 180° out of phase (zero voltage).

X mm	±5 mm
X.X mm	±0.5 mm
X.XX mm	±0.15 mm
X.XXX mm	±0.05 mm

Costante Dielettrica Materiali e Liquidi

Nome Materiale	Costante Dielettrica Conducibilità Elettrica Permettività Relativa ϵ_r	Nome Materiale	Costante Dielettrica Conducibilità Elettrica Permettività Relativa ϵ_r
Celluloide o Nitrocellulosa	7.0-7.5	Marmo	8
Gomma vulcanizzata chiara	2.5	Mica ricostruita	5-9
Plexiglas o Metacrilato Metile	3.5-4.5	Asbesto	3
Nylon -66	4.0-4.6	Mica	7-8
Polistirolo o Polistirene	2.5-2.7	Ambra	2.8
Teflon o Politetrafluoroetene	2.2	Allumina (pura)	8.5
PVC o Polivinilcloruro	3.2-4.0	Porcellana	6
PE o Polietilene (alta densità)	2.3	Ceramica al rutilo	10-80
PE o Polietilene(bassa densità)	2.3	Titanati	15-12000
PEG Polietilene espanso Gas	1.4	Fibra	6-8
Poliestere	4.0-5.5	Cartone	5
Acqua	80.10	Carta Kraft (secca)	2-3
Acqua pesante	79.80	Carta (secca)	2-2.5
Ammoniaca	16.61	Presspan	4.3
Pentano	1.84	Bachelite	6-8
Esano	1.89	Resina epossidica (pura)	4
Eptano	1.92	Ebanite	2-3.5
Octano	1.95	Gomma(30% caucciù)	3-4
Diclorometano	9.08	Neoprene	5.7-6.6
Triclorometano	4.81	Paraffina	2.0-2.5
Tetrachlorometano	2.24	Gomma al silicone	3-9
Dibromometano	7.73	Cera d'api	2.5-3
Carbonio	2.64	LiCl	11.0
Metano	33.00	NaF	6.0
Etanolo	25.70	NaCl	5.9
1-Propanolo	20.10	Diamante	5.7
Glicerolo	42.50	Quarzo	4.5
Benzene	2.284	Zolfo, rombico	3.8-4.4
Cicloesano	2.023	Ghiaccio	3.1
Anilina	6.89	Balsa (0% acqua)	1.3
Toluene	2.39	Faggio (16% acqua)	9.4
1,2-Dimetilbenzene	2.57	Betulla (10% acqua)	3.1
1,3-Dimetilbenzene	2.37	Noce (0% acqua)	2
1,4-Dimetilbenzene	2.27	Noce (17% acqua)	5
Acido etanoico (acetico)	6.15	Sabbia (secca)	3
Propanone (acetone)	21.30	Sabbia (15% acqua)	9
Etere	4.34	Terra (secca)	3
Trementina	2.3	Terra (umida)	10
Olio di silicone	2.2-3	Aria (secca senza Co ₂)	1.0005364
Olio	2.2	Aria	1
Vetro	3-12	Vuoto	1
Vetro al quarzo	3.8		
Vetro da tavola	3.8		
Vetro da bottiglie	7.6		
Vetro per finestre	7.0		
Vetro Pyrex	4.6		
Vetro al piombo	9.5		
Vetro crow leggero	6.9		
Vetro crow pesante	8.2		
Vetro flint leggero	6.6		
Vetro flint denso	7.4		
Vetro per fibra tessile	7.9		
Vetro per fibre	6.4		

DIAMETRI, SEZIONI E PESI DEI FILI DI RAME E LORO RESISTENZA ELETTRICA

AWG	d mm	mm ²	Kg/km	R/km	LOOP R/km	Lb/1000ft	R/ft	AWG	d mm	mm ²	Kg/km	R/km	LOOP R/km	Lb/1000ft	R/ft	
45	0.0447	0.0016	0.014	11146	22291	0.00940	3397	5	4.621	16.771	149.26	1.044	2.089	100.301	0.318	
44	0.0502	0.0020	0.018	8838.5	17677	0.01185	2694		4.7	17.349	154.41	1.010	2.019	103.759	0.308	
43	0.0564	0.0025	0.022	7008.0	14016	0.01495	2136		4.8	18.096	161.05	0.968	1.936	108.222	0.295	
42	0.0633	0.0032	0.028	5558.4	11117	0.01884	1694		4.9	18.857	167.83	0.929	1.858	112.778	0.283	
41	0.0711	0.0040	0.035	4407.6	8815.1	0.02376	1343		5.0	19.635	174.75	0.892	1.784	117.428	0.272	
40	0.0799	0.0050	0.045	3495.7	6991.4	0.02996	1065		5.1	20.428	181.81	0.857	1.715	122.172	0.261	
39	0.0897	0.0063	0.056	2772.1	5544.3	0.03779	845.0									
38	0.1	0.0079	0.070	2230.0	4460.0	0.04697	679.7	4	5.189	21.147	188.21	0.828	1.656	126.473	0.252	
37	0.1131	0.0100	0.089	1743.3	3486.7	0.06008	531.4		5.2	21.237	189.01	0.825	1.649	127.010	0.251	
36	0.1270	0.0127	0.113	1382.6	2765.2	0.07576	421.4		5.3	22.062	196.35	0.794	1.588	131.942	0.242	
35	0.1426	0.0160	0.142	1096.6	2193.3	0.09551	334.3		5.4	22.902	203.83	0.765	1.529	136.968	0.233	
34	0.1601	0.0201	0.179	870.0	1740.0	0.12040	265.2		5.5	23.758	211.45	0.737	1.474	142.088	0.225	
33	0.1798	0.0254	0.226	689.8	1379.6	0.15185	210.3		5.6	24.630	219.21	0.711	1.422	147.302	0.217	
32	0.2	0.0314	0.280	557.5	1115.0	0.18788	169.9		5.7	25.518	227.11	0.686	1.373	152.609	0.209	
31	0.2268	0.0404	0.360	433.5	867.1	0.24161	132.1		5.8	26.421	235.15	0.663	1.326	158.011	0.202	
30	0.2546	0.0509	0.453	344.0	688.0	0.30447	104.9									
29	0.2859	0.0642	0.571	272.8	545.6	0.38394	83.16	3	5.827	26.667	237.34	0.657	1.314	159.486	0.200	
28	0.3	0.0707	0.629	247.8	495.6	0.42274	75.52		5.9	27.340	243.32	0.641	1.281	163.507	0.195	
27	0.3211	0.0810	0.721	216.3	432.6	0.48430	65.92		6.0	28.274	251.64	0.619	1.239	169.096	0.189	
26	0.4049	0.1288	1.146	136.0	272.0	0.77006	41.46		6.1	29.225	260.10	0.599	1.199	174.780	0.183	
25	0.4547	0.1624	1.445	107.9	215.7	0.97114	32.88		6.2	30.191	268.70	0.580	1.160	180.557	0.177	
24	0.5	0.1963	1.748	89.20	178.4	1.17428	27.19		6.3	31.172	277.43	0.562	1.124	186.429	0.171	
23	0.5733	0.2581	2.297	67.85	135.7	1.54382	20.68		6.4	32.170	286.31	0.544	1.089	192.394	0.166	
22	0.2827	2.516	61.94	123.9	1.69096	18.88			6.5	33.183	295.33	0.528	1.056	198.453	0.161	
21	0.6438	0.3255	2.897	53.80	107.6	1.94685	16.40	2	6.543	33.624	299.25	0.521	1.042	201.088	0.159	
20	0.3848	3.425	45.51	91.02	2.30159	13.87			6.6	34.212	304.49	0.512	1.024	204.606	0.156	
19	0.6362	5.662	27.53	55.06	3.80466	8.391			6.7	35.257	313.78	0.497	0.994	210.854	0.151	
18	0.9116	6.6527	5.809	26.83	53.67	3.90337	8.179		6.8	36.317	323.22	0.482	0.965	217.195	0.147	
17	1.0	0.7854	6.990	22.30	44.60	4.69712	6.797		6.9	37.393	332.80	0.468	0.937	223.630	0.143	
16	1.024	8.8235	7.330	21.27	42.53	4.92528	6.482		7.0	38.485	342.51	0.455	0.910	230.159	0.139	
15	1.128	1.0000	8.900	17.51	35.03	5.98056	5.338		7.1	39.592	352.37	0.442	0.885	236.782	0.135	
14	1.150	1.0387	9.244	16.86	33.72	6.21194	5.140		7.2	40.715	362.36	0.430	0.860	243.499	0.131	
13	1.2	1.1310	10.066	15.49	30.97	6.76385	4.720		7.3	41.854	372.50	0.418	0.837	250.309	0.128	
12	1.291	1.3090	11.650	13.38	26.76	7.82860	4.078	0	8.252	53.482	475.99	0.327	0.655	253.612	0.126	
11	1.382	1.5000	13.350	11.68	23.35	8.97083	3.559		8.3	54.106	481.54	0.324	0.647	323.584	0.099	
10	1.450	1.6513	14.697	10.61	21.21	9.87569	3.233		8.4	55.418	493.22	0.316	0.632	331.429	0.096	
9	1.5	1.7671	15.728	9.911	19.82	10.5685	3.021		8.5	56.745	505.03	0.309	0.617	339.367	0.094	
8	1.6	2.0106	17.895	8.711	17.42	12.0246	2.655		8.6	58.088	516.98	0.302	0.603	347.399	0.092	
7	1.628	2.0816	18.526	8.414	16.83	12.4492	2.565		8.7	59.447	529.08	0.295	0.589	355.525	0.090	
6	1.726	2.2698	20.201	7.716	15.43	13.5747	2.352		8.8	60.821	541.31	0.288	0.576	363.745	0.088	
5	1.7841	2.5000	22.250	7.006	14.01	14.9514	2.135		8.9	62.211	553.68	0.282	0.563	372.059	0.086	
4	1.8	2.5447	22.648	6.883	13.77	15.2187	2.098		9.0	63.617	566.19	0.275	0.551	380.466	0.084	
3	1.829	2.6273	23.383	6.666	13.33	15.7130	2.032		9.1	65.039	578.85	0.269	0.539	388.968	0.082	
2	1.9	2.8353	25.234	6.177	12.35	16.9566	1.893		9.2	66.476	591.64	0.263	0.527	397.564	0.080	
1	2.0	3.1416	27.960	5.575	11.15	18.7885	1.699	00	9.266	67.433	600.16	0.260	0.519	403.289	0.079	
0	2.1	3.4636	30.826	5.057	10.11	20.7143	1.541		9.3	67.929	604.57	0.258	0.516	406.254	0.079	
-1	2.2	3.8013	33.832	4.607	9.215	22.7340	1.404		9.4	69.398	617.64	0.252	0.505	415.037	0.077	
-2	2.257	4.0000	35.600	4.379	8.757	23.9222	1.335		9.5	70.882	630.85	0.247	0.494	423.915	0.075	
-3	11	2.304	41.692	37.106	4.201	8.402	24.9343	1.280		9.6	72.382	644.20	0.242	0.484	432.886	0.074
-4	2.4	4.5239	40.263	3.872	7.743	27.0554	1.180		9.7	73.898	657.69	0.237	0.474	441.952	0.072	
-5	2.5	4.9087	43.688	3.568	7.136	29.3570	1.088		9.8	75.430	671.32	0.232	0.464	451.111	0.071	
-6	10.288	5.2604	46.818	3.329	6.659	31.4601	1.015		9.9	76.977	685.09	0.228	0.455	460.364	0.069	
-7	2.6	5.3093	47.253	3.299	6.598	31.7525	1.005		10.0	78.540	699.00	0.223	0.446	469.712	0.068	
-8	2.7	5.7256	50.957	3.059	6.118	34.2420	0.932		10.1	80.118	713.05	0.219	0.437	479.153	0.067	
-9	2.764	6.0000	53.400	2.919	5.838	35.8833	0.890		10.2	81.713	727.24	0.214	0.429	488.688	0.065	
-10	2.8	6.1575	54.802	2.844	5.689	36.8254	0.867		10.3	83.323	741.57	0.210	0.420	498.317	0.064	
-11	2.906	6.6326	59.030	2.641	5.281	39.6664	0.805		10.4	84.949	756.04	0.206	0.412	508.040	0.063	
-12	3.0	7.0686	62.910	2.478	4.956	42.2741	0.755		10.5	86.590	770.65	0.202	0.405	517.857	0.062	
-13	3.1	7.5477	67.174	2.320	4.641	45.1393	0.707		10.6	88.247	785.40	0.198	0.397	527.768	0.060	
-14	3.2	8.0425	71.578	2.178	4.355	48.0985	0.664		10.7	89.920	800.29	0.195	0.390	537.773	0.059	
-15	3.264	8.3674	74.470	2.093	4.186	50.0417	0.638		10.8	91.609	815.32	0.191	0.382	547.872	0.058	
-16	3															

RESISTENZA o IMPEDENZA				PROPAGAZIONE				
Vo	Ro	Vi = 5 V	Ri = 50 R	%	VP m/s	TP ns/m	TDR ns/m	εr
5.0	1 M			Vuoto	100	299792458	3.34	6.67
4.7	783.33				95	284802835	3.51	7.02
4.6	575.00				90	269813212	3.71	7.41
4.4	366.67			PEGas	85	254823589	3.92	7.85
4.2	262.50				83	248827740	4.02	8.04
4.0	200.00				80	239833966	4.17	8.34
3.9	177.27				75	224844344	4.45	8.90
3.8	158.33				74	221846419	4.51	9.02
3.7	142.31				73	218848494	4.57	9.14
3.6	128.57				72	215850570	4.63	9.27
3.5	116.67				71	212852645	4.70	9.40
3.4	106.25				70	209854721	4.77	9.53
3.3	97.06				69	206856796	4.83	9.67
3.2	88.89			Teflon	68	203858871	4.91	9.81
3.1	81.58				67	200860947	4.98	9.96
3.0	75.00			PE	66	197863022	5.05	10.11
2.9	69.05				65	194865098	5.13	10.26
2.8	63.64				64	191867173	5.21	10.42
2.7	58.70				63	188869249	5.29	10.59
2.6	54.17				62	185871324	5.38	10.76
2.5	50.00				61	182873399	5.47	10.94
2.4	46.15				60	179875475	5.56	11.12
2.3	42.59				55	164885852	6.06	12.13
2.2	39.29			Nylon	50	149896229	6.67	13.34
2.1	36.21			Poliestere	45	134906606	7.41	14.83
2.0	33.33			Bachelite	40	119916983	8.34	16.68
1.5	21.43				35	104927360	9.53	19.06
1.0	12.50			LiCl	30	89937737	11.12	22.24
0.5	5.56			Ammoniaca	25	74948115	13.34	26.69
0.2	2.08			Etanolo	20	59958492	16.68	33.36
0.1	1.02			H ₂ O	11.17	33486818	29.86	29.86
								80.1

REATTANZA

RT ns	C nF	C = T - 3.3 / 33	RT ns	L uH	L = T - 3.3 / 14
3.3	0.000		3.3	0.000	
5	0.052		5	0.121	
10	0.203		10	0.479	
20	0.506	Banda	20	1.193	
50	1.415	Limite	50	3.336	
100	2.930	TDR3	100	6.907	
200	5.961	Ri = 50 R	200	14.050	
500	15.052	Vi = 5 V	500	35.479	
1000	30.203	Vf = 2.5 V	1000	71.193	
2000	60.506	RT= 3.3 ns	2000	142.621	
5000	151.415	A = 9 us	5000	356.907	
10000	302.930	D = 500 us	10000	714.050	
20000	605.961		20000	1428.336	
50000	1515.052		50000	3571.193	
100000	3030.203		100000	7142.621	
200000	6060.506		200000	14285.479	
500000	15151.415		500000	35714.050	
1000000	30302.930		1000000	71428.336	
2000000	60605.961		2000000	142856.907	
5000000	151515.052		5000000	357142.621	



Stampato: 1012