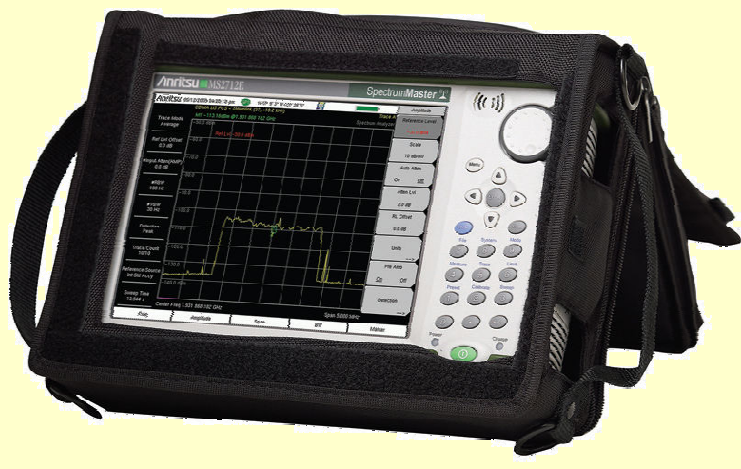


# Misure automatiche di campo elettrico a banda stretta con antenna monoassiale motorizzata e elaborazione dei risultati secondo quanto previsto dalle norme CEI 211-7 e 211-7/E.

Lorenzetto G., Arpa Veneto, DAP di Vicenza, Via Zamenhof 353, 36100, Vicenza (VI), giuseppe.lorenzetto@arpa.veneto.it, 0444 217 384  
 Guaiti F., Arpa Veneto, DAP di Vicenza, Via Zamenhof 353, 36100, Vicenza (VI), franco.guaiti@arpa.veneto.it, 0444 217 337  
 Belleri L.M., Arpa Veneto, DAP di Vicenza, Via Zamenhof 353, 36100, Vicenza (VI), laura.belleri@arpa.veneto.it, 0444 217 313

## La necessità



Analizzatore di spettro vettoriale Anritsu MS2713E



Antenna monoassiale Seibersdorf PCD8250



Norme CEI 211-7:2001 e 211-7/E:2013



Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 10 kHz - 300 GHz, con riferimento all'esposizione umana

## Il problema



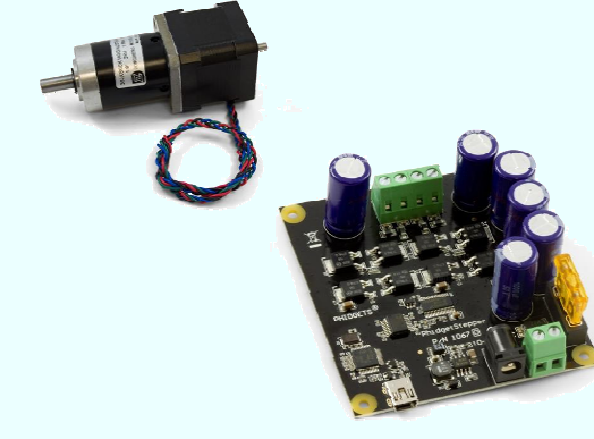
Possibili errori di posizionamento durante la rotazione dell'antenna

Elaborazione dei risultati molto complessa



**SI PUO' FARE!**

## ... ma con un po' di hardware ...



Motore passo passo e scheda di controllo

Cavalletto modificato per ospitare il motore



Tensionatore cavo antenna

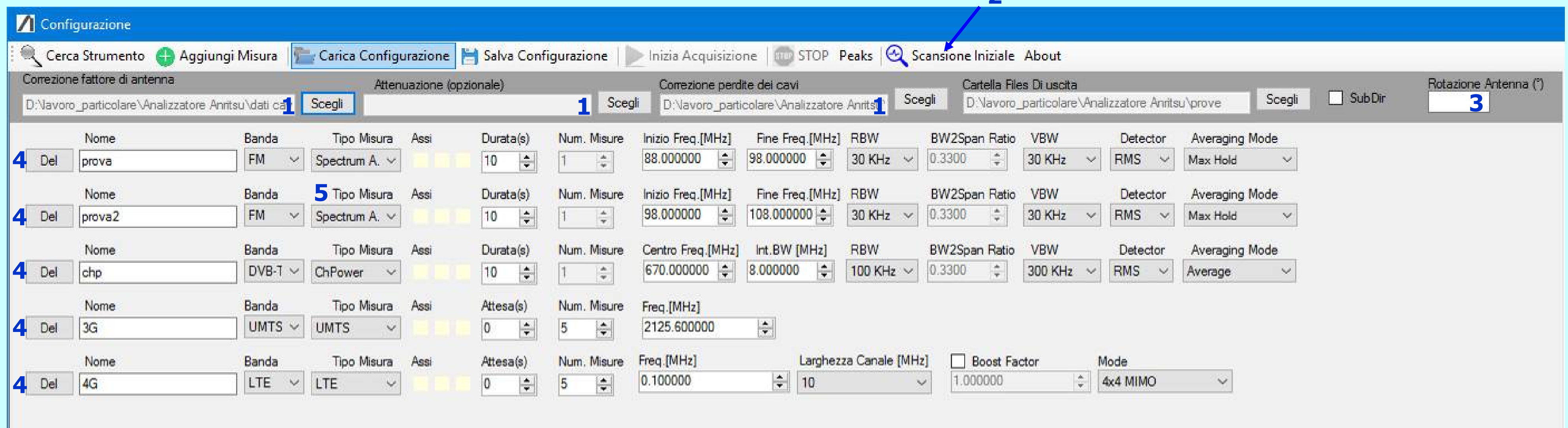
## ... e software ...



## Sistema di misura completo



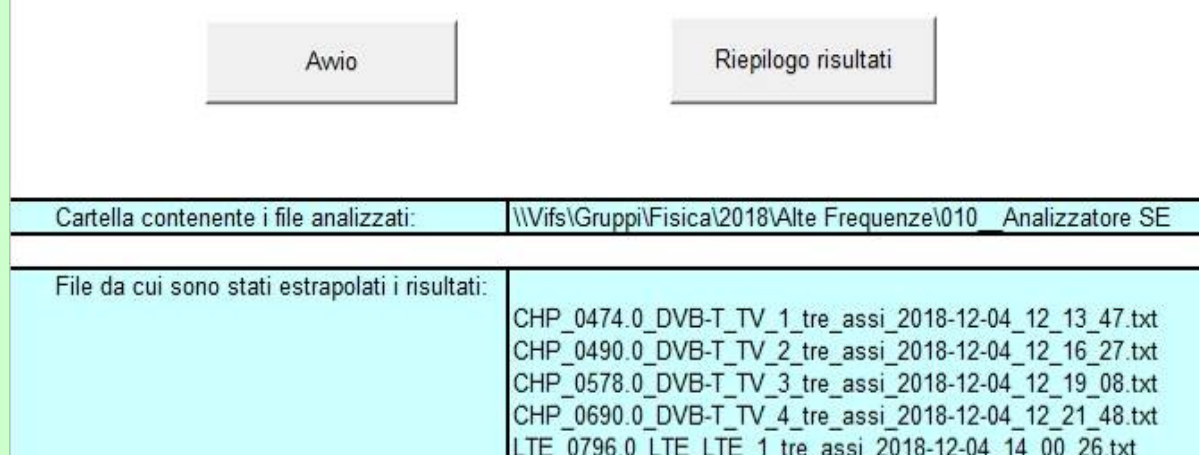
## ArpaVE 3.3 Evoluzione del software fornito da Anritsu per controllare la rotazione dell'antenna



1. Caricamento file con Antenna Factor e atten. cavo e attenuatori (opz.)
2. Scansione iniziale monoasse per verifica sistemi da misurare
3. Selettore angolo per rotazione iniziale custom
4. Righe che individuano le misure successive
5. Tipo di misura: Spectrum A. (SPA), Ch. Power (CHP), UMTS, LTE. A seconda della scelta cambiano i parametri da passare

## Post elaborazione dei risultati

Cartella di lavoro MS Excel® con macro VBA



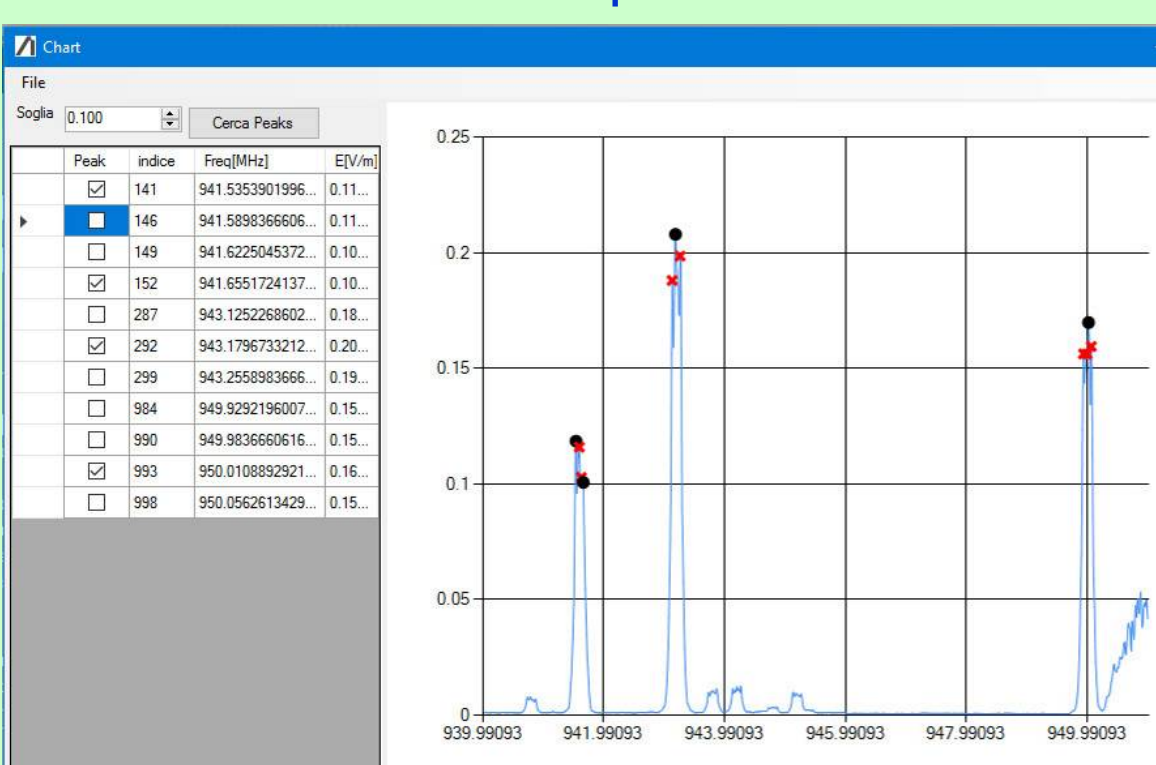
Funzionalità

- Apertura file di misura ArpaVE
- Assegnazione automatica ai fogli corrispondenti le 4 tipologie di misura (SPA, CHP, UMTS, LTE)
- Possibilità di inserire a seconda della tipologia i parametri per l'espansione in massima potenza
- Inserimento e calcolo con  $a_{24h, DAY}$
- Riepilogo dei risultati utili con calcolo del campo finale

Esempio foglio risultati UMTS

Gestore	Freq(MHz)	Scrambling Code	media/max	Asse 1	Asse2	Asse3	Etot misurato (V/m)	no	min % rilevazione	Emax exp (V/m)	Alpha24	Ereale (V/m)	Selezione
UMTS	2127.6	136	Average	0.0323	0.0848	0.0273	0.0774	0.11	100.0	0.23	0.29	0.13	
UMTS	2127.6	204	Average	0.0691	0.2420	0.0596	0.2674	0.1	100.0	0.85	0.22	0.40x	
UMTS	2127.6	207	Average	0.1022	0.2279	0.0456	0.2541	0.1	100.0	0.80	0.22	0.38x	
UMTS	2127.6	207	Max	0.1040	0.2302	0.0465	0.2569						
UMTS	2127.6	395	Average	0.0350	0.0754	0.0284	0.0867	0.11	100.0	0.26	0.29	0.14	
UMTS	2127.6	207	Max	0.0327	0.0805	0.0297	0.0918						
UMTS	2127.6	25	Average	0.0358	0.0695	0.0244	0.0819	0.11	100.0	0.25	0.29	0.13	
UMTS	2127.6	459	Average	0.0378	0.0704	0.0247	0.0837	0.11	100.0	0.24	0.22	0.13x	
UMTS	2127.6	459	Max	0.0378	0.0704	0.0247	0.0837						
H3G	2152.6	11	Average	0.0141	0.0230	0.0227	0.0353	0.079	100.0	0.13	1.1	0.13	
H3G	2152.6	11	Max	0.0145	0.0233	0.0230	0.0367						
<b>E Totale (V/m)</b>													<b>0.70</b>

Funzionalità di ricerca picchi



Esempio foglio risultati SPA

Gestore	Freq (MHz)	Asse 1	Asse2	Asse3	Etot misurato (V/m)	Nportanti	Emax exp (V/m)	Alpha24	Ereale (V/m)	Selezione
WIND3	1841.3	0.0224	0.1147	0.0144	0.1178	1	1	1	0.30x	
WIND3	1841.3	0.0338	0.1077	0.0144	0.1138	1	1	1	0.25x	
WIND3	1842.3	0.0841	0.1313	0.0755	0.1752	4	0.35	1	0.36x	
UMTS	94.6	0.1991	0.0913	0.1136	0.2467	1	0.25	1	0.25x	
UMTS	96.6	0.2141	0.0571	0.1085	0.2467	1	0.25	1	0.25x	
UMTS	98.6	0.1341	0.0640	0.0788	0.1882	1	0.17	1	0.17x	
UMTS	103.0	0.0714	0.0673	0.0799	0.1265	1	0.13	1	0.13x	
UMTS	937.5	0.2942	0.5428	0.3208	0.6979	2	0.99	1	0.99x	
UMTS	937.5	0.1361	0.1381	0.0877	0.2154	1	0.24	1	0.24x	
UMTS	956.8	0.1168	0.2473	0.0542	0.2789	2	0.39	1	0.39x	
UMTS	956.8	0.0483	0.1909	0.0368	0.2003	1	0.24	1	0.24x	
<b>E Totale (V/m)</b>										<b>1.19</b>

## Misura in campo

Riepilogo dei risultati delle misure a banda larga (incertezza estesa con k=2 del 33%)

E banda larga nel punto di misura [V/m]	E banda larga medio nel punto limitrofo durante la misura a banda stretta [V/m]	Massima media giornaliera del campo elettrico a banda larga nei giorni successivi [V/m]
1,7 ± 0,6	1,9 ± 0,7	1,6 ± 0,6

Riepilogo dei risultati delle misure a banda stretta (incertezza estesa con k=2 del 8%)

Sistema	Gestore	Freq(MHz)	ID	Asse 1	Asse2	Asse3	Etot misurato (V/m)	par x max exp	BF	Emax exp (V/m)	Alpha24	Ereale (V/m)	Selezione
DCS	WIND3	1842.3	0.0841	0.1312	0.0755	0.1732	0.35	4	0.74	0.30x			
UMTS	94.6	0.1991	0.0913	0.1136	0.2467	1	0.25	1	0.25x				
UMTS	96.6	0.2141	0.0571	0.1085	0.2467	1	0.25	1	0.25x				
UMTS	98.6	0.1341	0.0640	0.0788	0.1882	1	0.17	1	0.17x				
UMTS	103.0	0.0714	0.0673	0.0799	0.1265	1	0.13	1	0.13x				
GSM	TIM	935.7	0.2992	0.5428	0.3208	0.6979	2	0.99	0.74	0.85x			
GSM	WIND3	956.8	0.1168	0.2473	0.0542	0.2789	2	0.39	0.76	0.34x			
DVB-T	474.0	0.0956	0.0704	0.2010	0.2334	1	0.23	1	0.23x				
DVB-T	490.0	0.0200	0.0194	0.0567	0.0632	1	0.06	1	0.06x				
DVB-T	578.0	0.0217	0.0206	0.0687	0.0749	1	0.07	1	0.07x				
DVB-T	690.0	0.0146	0.0251	0.0347	0.0453	1	0.05	1	0.05x				
UMTS	WIND3	927.6	11	0.0181	0.0479	0.0196	0.0548	0.079	0.20	0.22	0.09x		
UMTS	WIND3	952.6	75	0.0492	0.0895	0.0263	0.1055	0.089	0.35	0.3	0.19x		
UMTS	TIM	2127.6	204	0.0987	0.2420	0.0566	0.2674	0.1	0.85	0.22	0.40x		
UMTS	TIM	2132.6	207	0.1027	0.2279	0.0456	0.2541	0.1	0.80	0.22	0.38x		
UMTS	TIM	2137.6	459	0.1214	0.1979	0.0276	0.2338	0.1	0.74	0.22	0.35x		
LTE	WIND3	796.0	47(15-2)	0.0081	0.0097	0.0091	0.0158	600	1	0.38	0.23	0.18x	
LTE	TIM	1820.0	128(30-2)	0.0066	0.0066	0.0066	0.0066	1200	1	0.23	0.23	0.11x	
LTE	TIM	1820.0	128(42-0)	0.0217	0.0411	0.0337	0.0574	1200	1	1.99	0.24	0.97x	
LTE	WIND3	1852.5	481(160-1)	0.0039	0.0057	0.0042	0.0081	900	1	0.24	0.23	0.12x	
<b>E Totale (V/m)</b>												<b>1.62</b>	

## Criticità riscontrate

- Nel caso di segnali 4G di debole intensità, l'analizzatore ha difficoltà nella decodifica, fornendo risultati spuri, che spesso vengono misurati in una sola acquisizione. In questi casi però si è notato come la potenza del RS misurata sia molto bassa, tale da fornire un campo elettrico in massima espansione inferiore a 0,2V/m.
- Difficoltà di alcuni gestori a fornire  $a_{24h, DAY}$ ; solo un gestore per un solo sistema è riuscito a fornire  $a_{24h}$ , che sarebbe molto utile per il confronto diretto con la misura in banda larga.
- Difficoltà nella determinazione dell'incertezza nel caso di utilizzo della decodifica dei segnali UMTS e LTE, perché nulla sappiamo sulle elaborazioni eseguite dall'analizzatore.