

ICON500

GESTIONE INGRESSI ANALOGICI

Il documento descrive le tipologie di sensori gestibili con il controllore **ICON500**.

ICON500

GESTIONE INGRESSI ANALOGICI

La versione 1.1.10.x del firmware introduce la possibilità di gestire anche sensori passivi di temperatura di tipo NTC (NTC1K, NTC10K, NTC20K). Con questo upgrade le tipologie di sensori gestiti sono:

- NTC (1K, 10K, 20K) : 15 curve diverse
- PT100, PT1000
- Ni1000 (DIN43760, TC6370, TC5000)
- PTC
- Tensione (0÷5V, 0÷10V)
- Corrente (0÷20mA)

INDICE

1	TIPO I/O	1
1.1	Ingressi analogici	1
1.2	Impostazione Ingressi Analogici	1
2	TABELLE SONDE PASSIVE.	5
2.1	Sonde PT1000	5
2.2	Sonde PT500	5
2.3	Sonde PT100	6
2.4	Sonde PTC	6
2.5	Sonde Ni1000	6
2.6	La gestione delle Sonde NTC	8
2.6.1	Resistenza R_{25} a 25°C (289,15 K)	9
2.6.2	Costante del materiale B	9
2.6.3	Coefficiente di temperatura della resistenza	10
2.7	I sensori NTC gestiti da ICON500	10
3	INDICE DELLE FIGURE	14

1 TIPO I/O

1.1 Ingressi analogici

Il controllore ICON500 mette a disposizione 8 ingressi analogici multifunzionali (per i nodi di espansione le specifiche potrebbero essere diverse).

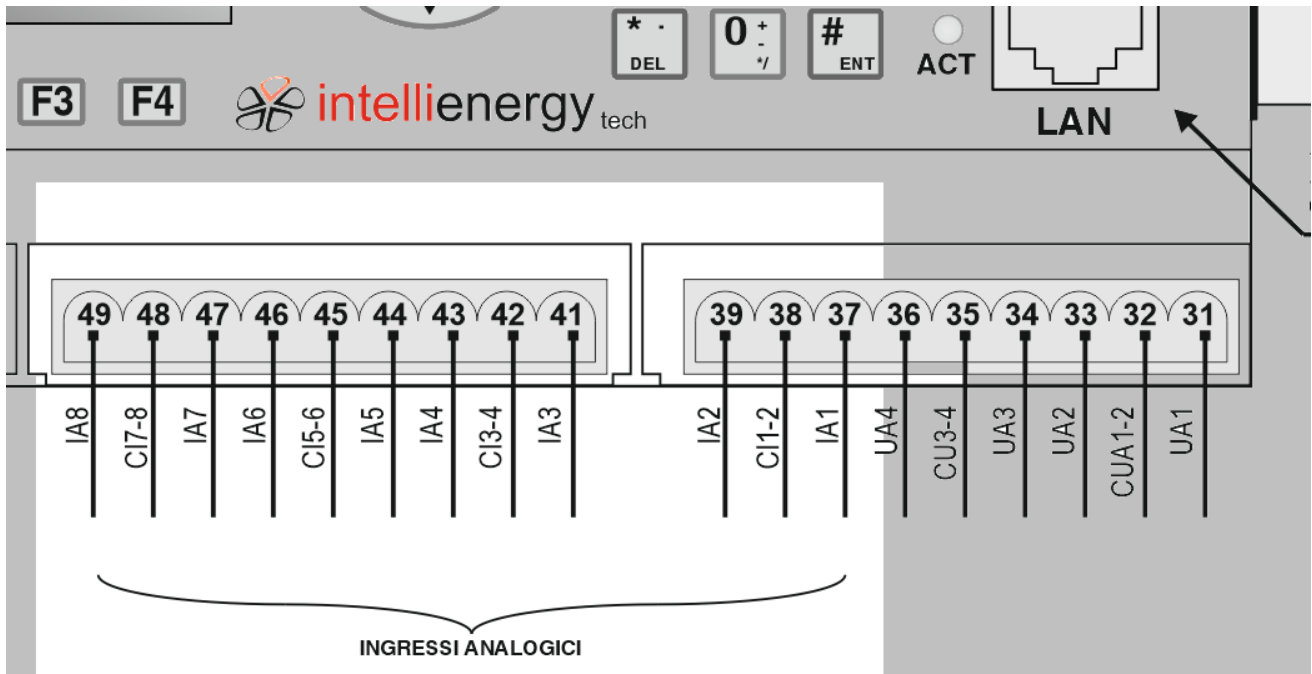


FIGURA 1 - INGRESSI ANALOGICI DEL CONTROLLORE ICON500

Ciascun ingresso può essere impostato (vedi Paragrafo 1 a pagina 1), esclusivamente via software, per poter gestire una di queste tipologie di sensori:

- PT1000 -50 ÷ +150 °C
- PT1000 0 ÷ +500 °C
- PT500 -50 ÷ +150 °C
- PT500 0 ÷ +500 °C
- PT100 -50 ÷ +150 °C
- PT100 0 ÷ +500 °C
- PTC -40 ÷ +120 °C
- NI1000 -50 ÷ +140 °C (DIN43760)
- NI1000 -50 ÷ +140 °C (TC6370)
- NI1000 -50 ÷ +140 °C (TC5000)
- 0 ÷ 10 V
- 0 ÷ 5 V
- 0 ÷ 20 mA
- NTC1K (15 curve)
- NTC10K (15 curve)
- NTC20K (15 curve)

Per le tabelle di conversione delle sonde di temperatura passive di faccia riferimento al Paragrafo 2 a pagina 5.

1.2 Impostazione Ingressi Analogici

Ciascuno degli OTTO ingressi analogici disponibili sul controllore ICON500 può essere configurato per gestire sensori passivi e attivi, come indicato nell'elenco precedente.



L'operazione è totalmente SOFTWARE, nel senso che non devono essere effettuate azioni meccaniche per rendere operative queste modifiche. Ciascun ingresso è dotato di switch elettronici che adattano la rete di condizionamento del convertitore analogico digitale (ADC).

<pre>Hardware CALIBRAZIONE MODO STARTUP TIPO INGRESSI AVANZATE RESET HARDWARE</pre>	<p>Per modificare le impostazioni degli I/O selezionare la voce TIPO/I/O e premere OK.</p>
<pre>Calibrazione TIPO INGRESSI TIPO USCITE</pre>	<p>Si accede al menu che permette di scegliere fra:</p> <ul style="list-style-type: none"> • TIPO INGRESSI • TIPO USCITE <p>Selezionare TIPO INGRESSI e premere OK.</p>
<pre>N00 (I500) IA01 N00 (I500) IA02 N00 (I500) IA03 N00 (I500) IA04 N00 (I500) IA05 N00 (I500) IA06 N00 (I500) IA07 N00 (I500) IA08</pre>	<p>Viene mostrato l'elenco degli ingressi che possono essere configurati tramite questa funzione.</p> <p>Attenzione! Sia quelli presenti sul controllore, sia quelli presenti su nodi di espansione che permettono questa funzione (IREM30).</p> <p>Con SU e GIÚ si può scorrere la lista.</p>
<pre>N00 (I500) IA06 N00 (I500) IA07 N00 (I500) IA08 N07 (IR30) IA01 N07 (IR30) IA02 N07 (IR30) IA03 N07 (IR30) IA04 N07 (IR30) IA05</pre>	<p>Nell'esempio si doti come oltre agli 8 ingressi (IA1 ... IA8) della ICON500 (N00 – nodo 0), siano possibile configurare anche gli 8 ingressi presenti sul nodi di espansione IREM30, presente all'indirizzo 07 (N07).</p> <p>Una volta selezionato l'ingresso che si vuole configurare premere OK.</p>
<pre>Mod. IA06 Nodo 07 TIPO: NON CONFIGURATO FILTRO: Nessuno SALVA</pre>	<p>Nell'esempio riportato l'ingresso (IA6) del nodo 7 risulta ancora NON CONFIGURATO.</p> <p>Con SU e GIÚ ci si muove fra</p> <ul style="list-style-type: none"> • TIPO • FILTRO • SALVA <p>Con OK si entra nella specifica configurazione.</p>
<pre>Mod. IA06 Nodo 07 TIPO: NON CONFIGURATO FILTRO: Nessuno SALVA</pre>	<p>Abbiamo scelto TIPO.</p> <p>La riga TIPO viene evidenziata e con SU e GIÚ si può selezionare una delle configurazione prima elencate.</p> <p>Supponiamo di voler collegare un sensore PT1000 operante nel range -50/+150°C.</p>

<p>Mod. IA06 Nodo 07</p> <p>TIPO: PT1000 -50/+150C</p> <p>FILTRO: Nessuno SALVA</p>	<p>Selezioniamo la configurazione desiderata e premiamo OK.</p>
<p>Mod. IA06 Nodo 07</p> <p>TIPO: PT1000 -50/+150C</p> <p>FILTRO: nessuno SALVA</p>	<p>L'evidenziazione scompare mostrando la configurazione selezionata.</p>
<p>Mod. IA06 Nodo 07</p> <p>TIPO: PT1000 -50/+150C</p> <p>FILTRO: Nessuno SALVA</p>	<p>Con GIÙ selezioniamo FILTRO e premiamo OK per modificare il livello di filtraggio desiderato.</p>
<p>Mod. IA06 Nodo 07</p> <p>TIPO: PT1000 -50/+150C</p> <p>FILTRO: 1 sec. SALVA</p>	<p>La riga FILTRO viene evidenziata e con SU e GIÙ si può selezionare uno dei livelli di filtraggio digitale effettuato dal software¹. Il livello di filtro può essere scelto fra i seguenti valori: NESSUNO, 0.1, 0.25, 0.5, 1, 2, 4 secondi.</p> <p>Il tempo specificato è quello necessario per raggiungere il 95% del livello di segnale in ingresso. Maggiore è il numero impostato maggiore sarà il livello di filtraggio software implementato dal controllore.</p> <p>Supponiamo di volere un livello di filtraggio pari a 1 secondo. Selezioniamo e premiamo OK per confermare.</p>
<p>Mod. IA06 Nodo 07</p> <p>TIPO: PT1000 -50/+150C</p> <p>FILTRO: 1 sec. SALVA</p>	<p>L'evidenziazione scompare mostrando la configurazione aggiornata. A questo punto occorre salvare le impostazioni in modo permanente.</p>
<p>Mod. IA06 Nodo 07</p> <p>TIPO: PT1000 -50/+150C</p> <p>FILTRO: 1 sec. SALVA</p>	<p>Con GIÙ selezioniamo SALVA e premiamo OK per salvare le impostazioni eseguite.</p>

¹ Il filtraggio SW è implementato con un filtro digitale IIR. Il controllore ICON500, prima di questi livello di filtraggio SW implementa già due livelli di tipo HW. Il primo è costituito da filtri RF per bloccare i disturbi proveniente dalle radiocomunicazioni. Il secondo dal convertitore ADC che implementa, un filtro atto a bloccare i disturbi a 50 Hz.

```

N00 (I500) IA01
N00 (I500) IA02
N00 (I500) IA03
N00 (I500) IA04
N00 (I500) IA05
N00 (I500) IA06
N00 (I500) IA07
N00 (I500) IA08

```

Il display torna a mostrare l'elenco degli ingressi configurabili disponibili. Selezionando nuovamente l'ingresso IA06 del nodo IREM30, prossimo verificare che le impostazioni sono state salvate.

NOTA

In alcuni casi può tornare utile inserire, sulle sonde di misura, delle forme di filtratura ulteriori rispetto a quelle già implementate direttamente dai controllori. Questo esempio mostra come sia possibile, attraverso un semplice programma BASIC, implementabile con la logica del controllore.

```

"Filtro che usa i vettori"
Dim i As Integer
Const tappe=60 As Integer
Dim Tot As Real
Dim filtro (tappe) As Real
'inizializza l'uscita
&aout[1]=&ain[1]
start:
For i=1 To tappe Step 1
  filtro (i)= &ain[1]
  Delay 300
Next
tot=0
For i=1 To tappe Step 1
  tot = tot + filtro(i)
Next
&aout[1]=Tot/tappe
Goto start
End

```

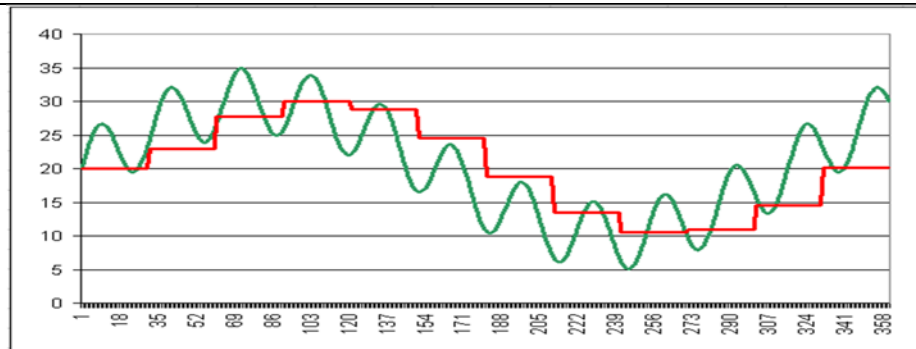


FIGURA 2 -EFFETTO DEL FILTRO

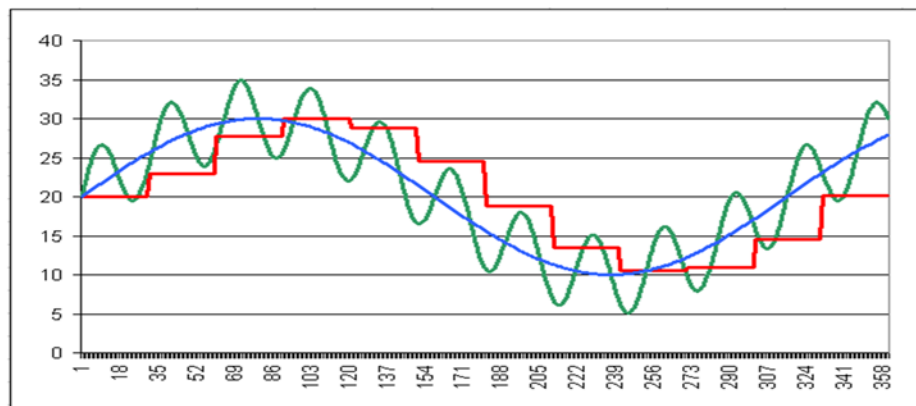


FIGURA 3 - SEGNALE ORIGINALE E RUMORE

L'esempio precedente scrive l'ingresso sull'uscita e lo mantiene per 30 minuti (30 secondi di DELAY x 60 tappe = 1800 secondi = 30 minuti). Nel frattempo provvede, ogni 30 secondi a campionare l'ingresso e a memorizzare i valori nel vettore. Alla fine dei 30 minuti esegue la media fra i 60 valori memorizzati nel vettore e la trasferisce in uscita, quindi ricomincia da capo. La Figura 2 mostra l'effetto del filtro (linea ROSSA) su una serie di dati in ingresso (linea VERDE). La Figura 3 mostra come il segnale di ingresso (VERDE) sia stato generato dal segnale BLU con l'aggiunta di un segnale di disturbo. L'effetto del filtro è quello di annullare il segnale di disturbo. Il segnale di uscita (ROSSO) è molto simile, prescindendo dalla sua granulosità e dal ritardo temporale, il segnale BLU.

2 TABELLE SONDE PASSIVE.

Di seguito sono riportate delle tabelle di conversione utili per sonde di vario tipo.

2.1 Sonde PT1000

°C	Ohm	°C	Ohm	°C	Ohm	°C	Ohm
-50	803,135	1	1003,908	20	1077,934	75	1289,859
-45	822,952	2	1007,814	21	1081,818	80	1308,951
-40	842,740	3	1011,720	22	1085,702	85	1328,014
-35	862,499	4	1015,624	23	1089,584	90	1347,047
-30	882,229	5	1019,527	24	1093,465	95	1366,052
-25	901,930	6	1023,429	25	1097,345	100	1385,028
-20	921,602	7	1027,330	26	1101,224	105	1403,975
-15	941,245	8	1031,229	27	1105,101	110	1422,893
-10	960,859	9	1035,128	28	1108,978	115	1441,781
-9	964,778	10	1039,025	29	1112,853	120	1460,641
-8	968,696	11	1042,921	30	1116,727	130	1498,274
-7	972,613	12	1046,816	35	1136,080	150	1573,191
-6	976,529	13	1050,710	40	1155,404	200	1758,452
-5	980,444	14	1054,602	45	1174,699	250	1940,813
-4	984,358	15	1058,494	50	1193,965	300	2120,272
-3	988,270	16	1062,384	55	1213,201	350	2296,831
-2	992,181	17	1066,273	60	1232,409	400	2470,488
-1	996,091	18	1070,161	65	1251,588	450	2641,245
0	1000,000	19	1074,048	70	1270,738	500	2809,100

2.2 Sonde PT500

°C	Ohm	°C	Ohm	°C	Ohm	°C	Ohm
-50	401,567	1	501,954	20	538,967	75	644,929
-45	411,476	2	503,907	21	540,909	80	654,475
-40	421,370	3	505,860	22	542,851	85	664,007
-35	431,249	4	507,812	23	544,792	90	673,524
-30	441,114	5	509,763	24	546,733	95	683,026
-25	450,965	6	511,714	25	548,672	100	692,514
-20	460,801	7	513,665	26	550,612	105	701,987
-15	470,622	8	515,615	27	552,551	110	711,446
-10	480,429	9	517,564	28	554,489	115	720,891
-9	482,389	10	519,512	29	556,426	120	730,321
-8	484,348	11	521,461	30	558,363	130	749,137
-7	486,307	12	523,408	35	568,040	150	786,595
-6	488,265	13	525,355	40	577,702	200	879,226
-5	490,222	14	527,301	45	587,349	250	970,406
-4	492,179	15	529,247	50	596,982	300	1060,136
-3	494,135	16	531,192	55	606,601	350	1148,415
-2	496,091	17	533,137	60	616,205	400	1235,244
-1	498,046	18	535,081	65	625,794	450	1320,622
0	500,000	19	537,024	70	635,369	500	1404,550

2.3 Sonde PT100

°C	Ohm	°C	Ohm	°C	Ohm	°C	Ohm
-50	80,313	1	100,391	20	107,793	75	128,986
-45	82,295	2	100,781	21	108,182	80	130,895
-40	84,274	3	101,172	22	108,570	85	132,801
-35	86,250	4	101,562	23	108,958	90	134,705
-30	88,223	5	101,953	24	109,347	95	136,605
-25	90,193	6	102,343	25	109,734	100	138,503
-20	92,160	7	102,733	26	110,122	105	140,397
-15	94,124	8	103,123	27	110,510	110	142,289
-10	96,086	9	103,513	28	110,898	115	144,178
-9	96,478	10	103,902	29	111,285	120	146,064
-8	96,870	11	104,292	30	111,673	130	149,827
-7	97,261	12	104,682	35	113,608	150	157,319
-6	97,653	13	105,071	40	115,540	200	175,845
-5	98,044	14	105,460	45	117,470	250	194,081
-4	98,436	15	105,849	50	119,396	300	212,027
-3	98,827	16	106,238	55	121,320	350	229,683
-2	99,218	17	106,627	60	123,241	400	247,049
-1	99,609	18	107,016	65	125,159	450	264,124
0	100,000	19	107,405	70	127,074	500	280,910

2.4 Sonde PTC

°C	Ohm	°C	Ohm	°C	Ohm	°C	Ohm
-40	613	-10	789	20	997	50	1236
-35	640	-5	822	25	1035	55	1279
-30	668	0	855	30	1074	60	1323
-25	697	5	889	35	1113		
-20	727	10	924	40	1153		
-15	758	15	960	45	1194		

2.5 Sonde Ni1000

°C	DIN43760	TC6374	TC5000	°C	DIN43760	TC6374	TC5000
-60	695,08	685,25	753,00	11	1061,10	1063,03	1049,32
-55	718,66	709,60	772,16	12	1066,73	1068,84	1053,87
-50	742,58	734,30	791,58	13	1072,38	1074,66	1058,43
-45	766,82	759,34	811,26	14	1078,04	1080,50	1062,99
-40	791,40	784,71	831,20	15	1083,71	1086,35	1067,57
-35	816,31	810,43	851,39	16	1089,40	1092,22	1072,16
-30	841,56	836,49	871,84	17	1095,10	1098,10	1076,75
-25	867,13	862,89	892,56	18	1100,81	1103,99	1081,36
-20	893,04	889,63	913,53	19	1106,54	1109,90	1085,98
-15	919,28	916,71	934,76	20	1112,28	1115,82	1090,61
-10	945,86	944,13	956,25	21	1118,03	1121,75	1095,25
-9	951,21	949,66	960,58	22	1123,80	1127,70	1099,90
-8	956,58	955,20	964,92	23	1129,58	1133,66	1104,56
-7	961,96	960,75	969,26	24	1135,37	1139,64	1109,23
-6	967,35	966,32	973,62	25	1141,18	1145,63	1113,91
-5	972,76	971,90	977,99	30	1170,42	1175,77	1137,46

-4	978,18	977,49	982,37	35	1199,98	1206,26	1161,28
-3	983,62	983,10	986,77	40	1229,88	1237,09	1185,36
-2	989,06	988,72	991,17	45	1260,11	1268,26	1209,69
-1	994,53	994,35	995,58	50	1290,68	1299,77	1234,28
0	1000,00	1000,00	1000,00	55	1321,57	1331,62	1259,13
1	1005,49	1005,66	1004,43	60	1352,80	1363,81	1284,24
2	1010,99	1011,34	1008,87	65	1384,36	1396,34	1309,61
3	1016,50	1017,03	1013,33	70	1416,26	1429,22	1335,23
4	1022,03	1022,73	1017,79	80	1481,04	1495,99	1387,26
5	1027,57	1028,44	1022,26	90	1547,16	1564,12	1440,32
6	1033,13	1034,17	1026,75	100	1614,60	1633,61	1494,42
7	1038,69	1039,92	1031,24	110	1683,38	1704,47	1549,55
8	1044,27	1045,67	1035,75	120	1753,48	1776,69	1605,72
9	1049,87	1051,44	1040,26	130	1824,92	1850,27	1662,92
10	1055,48	1057,23	1044,79	140	1897,68	1925,21	1721,15

2.6 La gestione delle Sonde NTC

I sensori di temperatura NTC sono realizzati da una mistura di ossidi metallici che sono soggetti ad un processo di sinterizzazione. Questo procedimento conferisce ai sensori una pendenza negativa alla curva che mette in relazione la resistenza elettrica del sensore e la temperatura del sensore stesso.

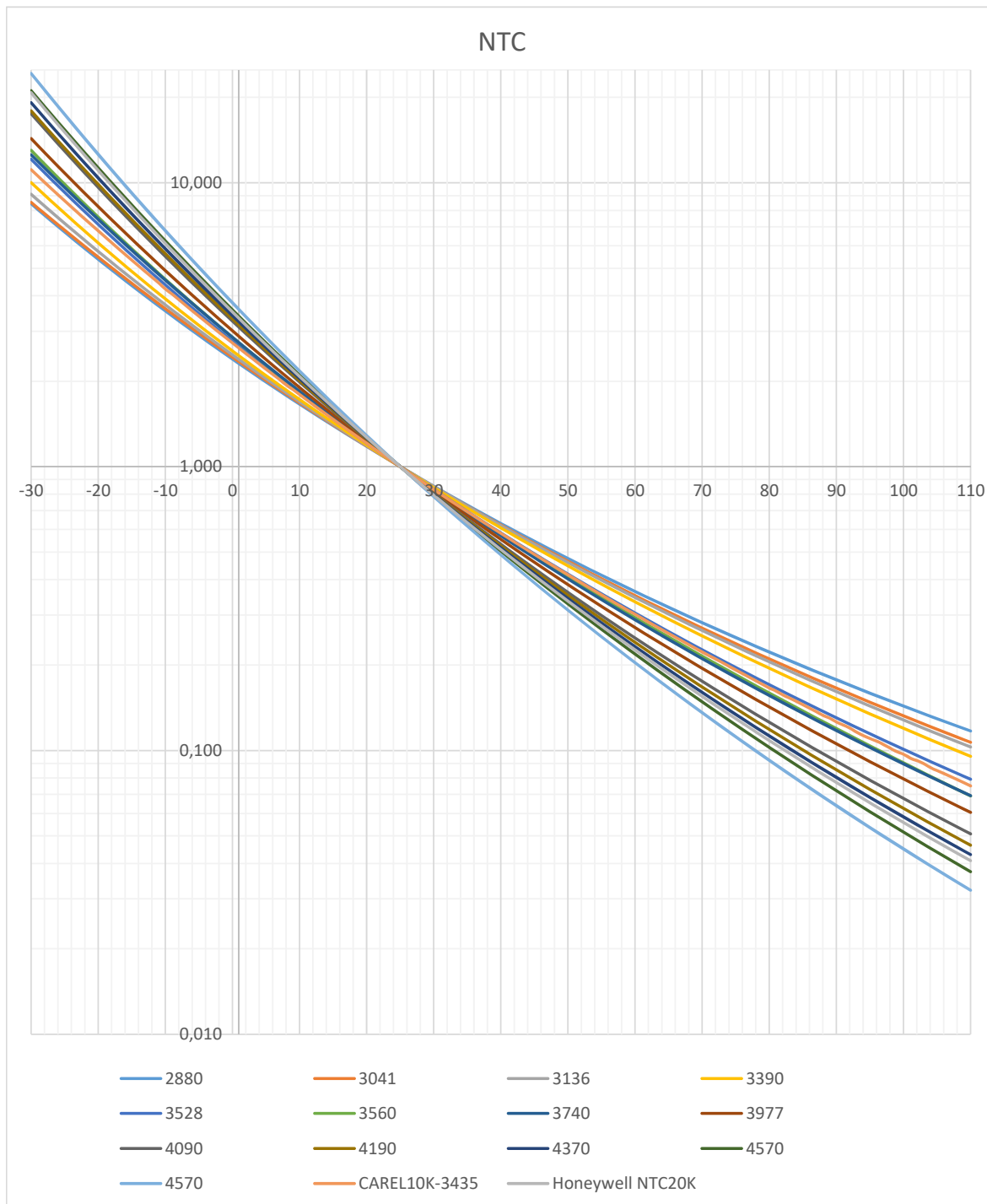


FIGURA 4 - RAPPRESENTAZIONE SU SCALA LOGARITMICA DELLA CURVA R/T DI SONDE NTC

Sulle asse delle ordinate della Figura 4 è riportato (su scala logaritmica) il rapporto fra il valore del sensore ad una data temperatura e quello a 25°C (valore di riferimento per i sensori NTC).

Il valore relativamente grande della pendenza indica che anche piccole variazioni di temperatura determinano variazioni significative della resistenza e rendono i sensori NTC idonei per la misura di questo parametro.

Parametri importanti per un sensore NTC

Parametro	Descrizione
R_{25}	Il valore di resistenza del sensore (in Ohm) alla temperatura di riferimento di 25°C.
B-value	Una costante del materiale utilizzato (espressa in gradi Kelvin)
α	Il coefficiente di temperatura della resistenza espresso in %K o in %°C.

2.6.1 RESISTENZA R_{25} A 25°C (289,15 K)

Il valore di resistenza a 25°C (sostanzialmente la temperatura ambiente) fornisce un punto di riferimento conveniente per il sensore. La tolleranza del valore R_{25} è dovuta principalmente alle variazioni nella manifattura del materiale ceramico e alla tolleranza della dimensione del chip. Sebbene non si riescano a raggiungere i valori delle sonde Platino si riescono a raggiungere valori di tolleranza migliori dell'1%.

2.6.2 COSTANTE DEL MATERIALE B

B è una costante del materiale che controlla la pendenza della caratteristica R_T e che, in prima approssimazione essere rappresentata dalla formula:

$$R_T = R_{25} e^{B \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{298.15} \right)}$$

Dove T è la temperatura assoluta del sensore.

In pratica B non è costante, ma vari anch'esso con la temperatura. Convenzionalmente lo si definisce fra due temperature 25°C e 85°C tramite la formula:

$$B_{25/85} = \frac{\ln \frac{R_{85}}{R_{25}}}{\frac{1}{358.15} - \frac{1}{298.15}}$$

$B_{25/85}$ (espressa in K) è normalmente usato per caratterizzare e confrontare ceramiche differenti.

Per specifici materiali e quindi specifici valori di B, di possono avere tolleranze migliori di 0.3%. Nella maggior parte dei casi una corretta approssimazione della curva R_T richiede una funzione più complessa del semplice esponenziale. Infatti solitamente ogni curva che caratterizza uno specifico sensore NTC è definita da un polinomio del 3° ordine:

$$R_T = R_{25} e^{\left(A + \frac{B}{T} + \frac{C}{T^2} + \frac{D}{T^3} \right)}$$

Dalla quale si ottiene:

$$T = \frac{1}{\left[A_1 + B_1 \ln \frac{R_T}{R_{25}} + C_1 \left(\ln \frac{R_T}{R_{25}} \right)^2 + D_1 \left(\ln \frac{R_T}{R_{25}} \right)^3 \right]}$$

Questa approssimazione è estremamente precisa rispetto alla curva reale del sensore con un errore migliore dello 0.1%.

I valori dei coefficienti A, B, C, D, A_1 , B_1 , C_1 , D_1 sono forniti (non per tutti i sensori) dal produttore.

Molto più spesso i costruttori dei sensori forniscono la relazione fra resistenza e temperatura in forma tabellare o grafica.

2.6.3 COEFFICIENTE DI TEMPERATURA DELLA RESISTENZA

Il coefficiente di temperatura della resistenza α esprime la sensibilità del sensore ai cambiamenti di temperatura. È definito come:

$$\alpha = \frac{1}{R} \cdot \frac{\Delta R}{\Delta T}$$

Che può essere trasformata nella seguente:

$$\alpha = \frac{\Delta B}{T^2}$$

2.7 I sensori NTC gestiti da ICON500

La Figura 5 mostra (su scala lineare) l'andamento della resistenza in funzione della temperatura.

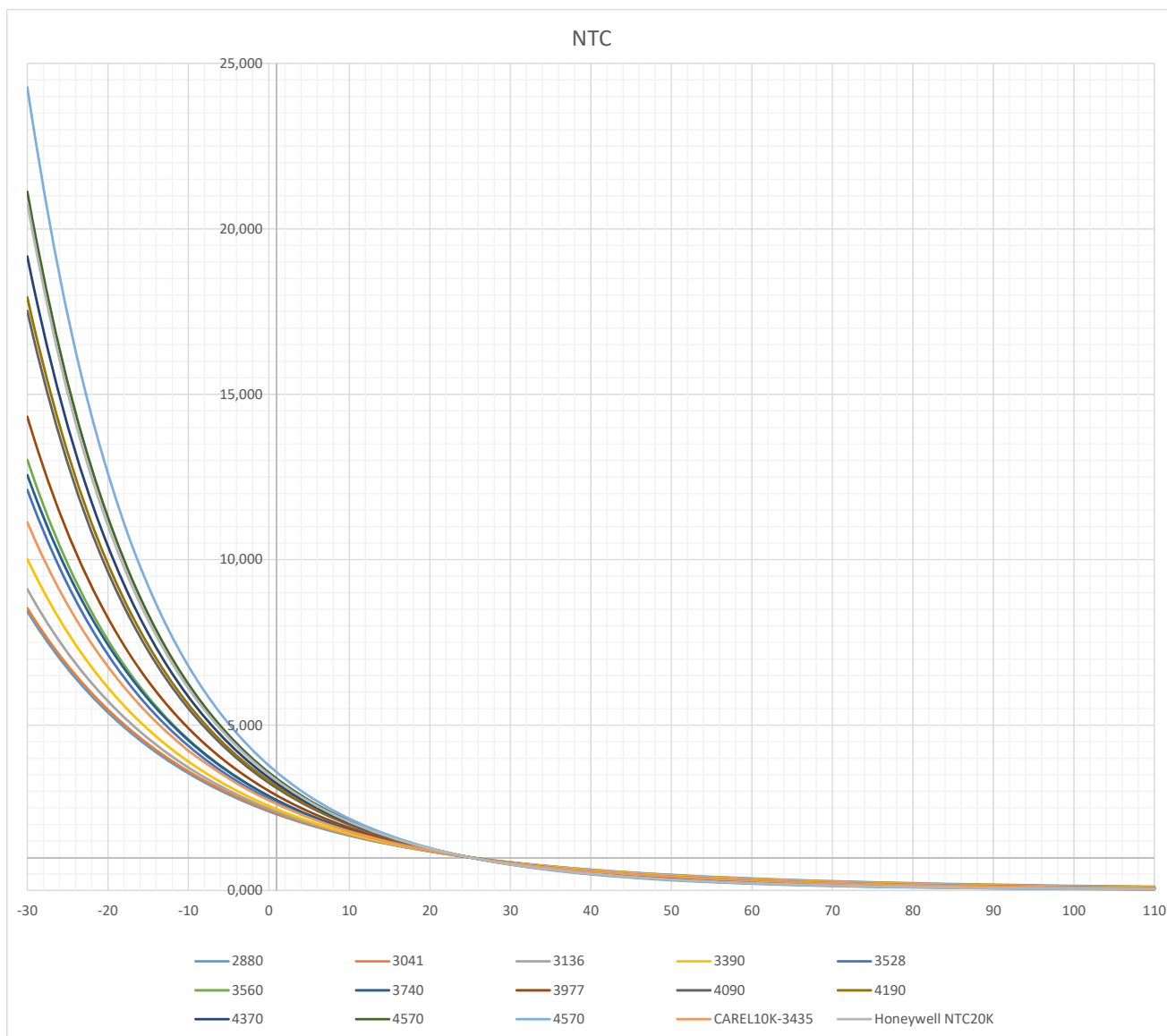


FIGURA 5 - CURVA RT SU SCALA LINEARE

Diversamente dalla visualizzazione in scala logaritmica, si vede perfettamente l'andamento non lineare di questo tipo di sensori. In particolare si vede come, al crescere della temperatura la variazione di resistenza è sempre più ridotta. Le tabelle seguenti mostrano, per le varie curve i valori tabellati di queste curve.

Attenzione! Le tabelle non riportano il valore della resistenza, ma il rapporto fra il valore delle resistenza del sensore a quella temperatura e il valore di resistenza a 25°C (il valore nominale del sensore).

Per avere il valore della resistenza sarà sufficiente moltiplicare il valore della tabella per il valore nominale del sensore.

Questo permette di utilizzare le tabelle sia per i sensori NTC1K che 10K o 20K.

°C	B2880	B2990 Coster 1K	B3041	°C	B2880	B2990 Coster 1K	B3041
-30	8,43457	8,53197	9,10995	13	1,49410	1,50653	1,51904
-25	6,71449	6,80978	7,19566	14	1,44320	1,45433	1,46530
-20	5,38639	5,47179	5,72967	15	1,39435	1,40423	1,41377
-15	4,35303	4,42540	4,59747	16	1,34745	1,35614	1,36435
-10	3,54298	3,60179	3,71601	17	1,30241	1,30997	1,31695
-9	3,40286	3,45902	3,56414	18	1,25915	1,26562	1,27147
-8	3,26916	3,32271	3,41942	19	1,21759	1,22301	1,22782
-7	3,14156	3,19255	3,28147	20	1,17766	1,18208	1,18592
-6	3,01974	3,06822	3,14994	21	1,13928	1,14275	1,14569
-5	2,90341	2,94944	3,02448	22	1,10238	1,10494	1,10706
-4	2,79229	2,83592	2,90479	23	1,06690	1,06859	1,06995
-3	2,68613	2,72741	2,79057	24	1,03278	1,03363	1,03429
-2	2,58466	2,62367	2,68153	25	0,99995	1,00001	1,00002
-1	2,48767	2,52446	2,57742	30	0,85340	0,85004	0,85056
0	2,39492	2,42956	2,47798	35	0,73191	0,72588	0,72418
1	2,30621	2,33876	2,38298	40	0,63066	0,62262	0,61943
2	2,22134	2,25186	2,29220	45	0,54587	0,53633	0,53217
3	2,14012	2,16869	2,20541	50	0,47454	0,46391	0,45915
4	2,06237	2,08905	2,12244	55	0,41424	0,40286	0,39775
5	1,98793	2,01278	2,04308	60	0,36304	0,35119	0,34591
6	1,91665	1,93973	1,96716	65	0,31940	0,30727	0,30196
7	1,84836	1,86974	1,89452	70	0,28203	0,26981	0,26454
8	1,78292	1,80266	1,82498	75	0,24992	0,23772	0,23255
9	1,72021	1,73837	1,75842	80	0,22222	0,21015	0,20512
10	1,66009	1,67673	1,69467	90	0,17740	0,16578	0,16109
11	1,60244	1,61762	1,63361	100	0,14334	0,13235	0,12803
12	1,54715	1,56092	1,57510	110	0,11713	0,10683	0,10287

°C	B3136	B3390 Coster 10K	B3528	°C	B3136	B3390 Coster 10K	B3528
-30	10,01694	12,10728	13,01808	13	1,53989	1,59710	1,61950
-25	7,80336	9,25103	9,87757	14	1,48359	1,53388	1,55350
-20	6,13793	7,13949	7,56911	15	1,42970	1,47354	1,49060
-15	4,87166	5,56191	5,85483	16	1,37808	1,41593	1,43062
-10	3,89939	4,37146	4,56937	17	1,32864	1,36093	1,37341
-9	3,73319	4,17013	4,35283	18	1,28126	1,30838	1,31884
-8	3,57519	3,97939	4,14795	19	1,23586	1,25818	1,26677
-7	3,42493	3,79861	3,95403	20	1,19234	1,21020	1,21706
-6	3,28199	3,62721	3,77041	21	1,15060	1,16434	1,16960
-5	3,14596	3,46466	3,59649	22	1,11058	1,12048	1,12427
-4	3,01646	3,31044	3,43170	23	1,07218	1,07853	1,08097
-3	2,89314	3,16407	3,27550	24	1,03533	1,03840	1,03959
-2	2,77567	3,02511	3,12741	25	0,99996	0,99999	1,00004
-1	2,66374	2,89313	2,98694	30	0,84307	0,83110	0,82665
0	2,55704	2,76775	2,85367	35	0,71439	0,69455	0,68736
1	2,45530	2,64860	2,72718	40	0,60826	0,58349	0,57460

2	2,35826	2,53532	2,60709	45	0,52026	0,49267	0,48271
3	2,26567	2,42761	2,49304	50	0,44693	0,41798	0,40737
4	2,17731	2,32514	2,38469	55	0,38554	0,35625	0,34524
5	2,09295	2,22763	2,28172	60	0,33390	0,30497	0,29374
6	2,01240	2,13482	2,18384	65	0,29027	0,26218	0,25083
7	1,93544	2,04645	2,09076	70	0,25327	0,22630	0,21493
8	1,86191	1,96229	2,00222	75	0,22175	0,19609	0,18476
9	1,79163	1,88210	1,91798	80	0,19480	0,17054	0,15930
10	1,72444	1,80568	1,83780	90	0,15177	0,13037	0,11943
11	1,66018	1,73283	1,76146	100	0,11964	0,10098	0,09046
12	1,59871	1,66336	1,68876	110	0,09536	0,07918	0,06915

°C	B3560	B3470	B3977	°C	B3560	B3470	B3977
-30	12,55825	14,32000	17,51996	13	1,62360	1,66391	1,72363
-25	9,62492	10,81875	12,92869	14	1,55734	1,59263	1,64471
-20	7,43618	8,24438	9,63582	15	1,49414	1,52479	1,56985
-15	5,78976	6,33489	7,25004	16	1,43385	1,46021	1,49881
-10	4,54158	4,90655	5,50459	17	1,37631	1,39871	1,43137
-9	4,33006	4,66645	5,21505	18	1,32139	1,34013	1,36735
-8	4,12956	4,43944	4,94244	19	1,26895	1,28431	1,30654
-7	3,93947	4,22475	4,68567	20	1,21887	1,23112	1,24877
-6	3,75917	4,02164	4,44373	21	1,17104	1,18042	1,19388
-5	3,58813	3,82943	4,21570	22	1,12534	1,13207	1,14170
-4	3,42581	3,64747	4,00069	23	1,08166	1,08596	1,09208
-3	3,27174	3,47518	3,79789	24	1,03992	1,04197	1,04489
-2	3,12544	3,31197	3,60654	25	1,00000	1,00000	1,00000
-1	2,98649	3,15734	3,42594	30	0,82494	0,81697	0,80591
0	2,85449	3,01078	3,25542	35	0,68413	0,67116	0,65347
1	2,72904	2,87184	3,09437	40	0,57025	0,55433	0,53299
2	2,60979	2,74007	2,94221	45	0,47765	0,46019	0,43717
3	2,49641	2,61508	2,79840	50	0,40198	0,38393	0,36053
4	2,38857	2,49647	2,66244	55	0,33984	0,32184	0,29887
5	2,28599	2,38390	2,53386	60	0,28856	0,27103	0,24900
6	2,18836	2,27701	2,41221	65	0,24606	0,22926	0,20844
7	2,09544	2,17551	2,29710	70	0,21067	0,19475	0,17530
8	2,00697	2,07908	2,18814	75	0,18108	0,16611	0,14809
9	1,92271	1,98745	2,08495	80	0,15623	0,14225	0,12564
10	1,84245	1,90036	1,98722	90	0,11757	0,10550	0,09154
11	1,76598	1,81756	1,89461	100	0,08968	0,07936	0,06773
12	1,69309	1,73882	1,80684	110	0,06928	0,06050	0,05083

°C	B4090	B4190	B4370	°C	B4090	B4190	B4370
-30	17,93169	19,16576	21,11880	13	1,74066	1,76347	1,80204
-25	13,24674	14,06111	15,36830	14	1,65971	1,67959	1,71322
-20	9,87467	10,41184	11,28439	15	1,58295	1,60014	1,62923
-15	7,42530	7,77846	8,35789	16	1,51014	1,52486	1,54977
-10	5,63038	5,86097	6,24244	17	1,44106	1,45351	1,47459
-9	5,33245	5,54392	5,89430	18	1,37549	1,38586	1,40343
-8	5,05189	5,24573	5,56735	19	1,31325	1,32171	1,33605
-7	4,78760	4,96518	5,26022	20	1,25415	1,26087	1,27225
-6	4,53857	4,70115	4,97161	21	1,19801	1,20313	1,21181
-5	4,30384	4,45257	4,70032	22	1,14468	1,14834	1,15454

-4	4,08251	4,21847	4,44522	23	1,09399	1,09632	1,10026
-3	3,87375	3,99793	4,20526	24	1,04581	1,04692	1,04880
-2	3,67678	3,79009	3,97949	25	1,00000	1,00000	1,00000
-1	3,49089	3,59417	3,76699	30	0,80226	0,79808	0,79098
0	3,31539	3,40942	3,56692	35	0,64743	0,64077	0,62946
1	3,14964	3,23514	3,37849	40	0,52545	0,51745	0,50388
2	2,99307	3,07070	3,20098	45	0,42880	0,42021	0,40564
3	2,84512	2,91549	3,03369	50	0,35178	0,34308	0,32834
4	2,70526	2,76894	2,87600	55	0,29006	0,28156	0,26718
5	2,57302	2,63054	2,72730	60	0,24035	0,23222	0,21852
6	2,44795	2,49978	2,58705	65	0,20010	0,19246	0,17961
7	2,32961	2,37621	2,45471	70	0,16735	0,16025	0,14833
8	2,21763	2,25939	2,32982	75	0,14057	0,13402	0,12306
9	2,11161	2,14894	2,21190	80	0,11858	0,11258	0,10255
10	2,01123	2,04446	2,10055	90	0,08542	0,08042	0,07213
11	1,91614	1,94560	1,99537	100	0,06248	0,05835	0,05155
12	1,82604	1,85204	1,89598	110	0,04635	0,04296	0,03740

°C	B4570	Carel 10K	Honeywell 20K	°C	B4570	Carel 10K	Honeywell 20K
-30	24,28270	11,13000	20,78000	13	1,85127	1,59000	1,78570
-25	17,41548	8,63900	15,05535	14	1,75596	1,52800	1,69875
-20	12,60805	6,77400	11,03000	15	1,66604	1,46800	1,61655
-15	9,21084	5,33900	8,17540	16	1,58116	1,41200	1,53875
-10	6,78823	4,22500	6,11900	17	1,50104	1,35700	1,46515
-9	6,39283	4,05600	5,77875	18	1,42537	1,30600	1,39545
-8	6,02248	3,87600	5,45945	19	1,35389	1,25600	1,32950
-7	5,67549	3,70500	5,15970	20	1,28635	1,20900	1,26700
-6	5,35026	3,54300	4,87820	21	1,22251	1,16300	1,20775
-5	5,04533	3,38900	4,61370	22	1,16216	1,12000	1,15160
-4	4,75933	3,24300	4,36515	23	1,10508	1,07800	1,09835
-3	4,49100	3,10400	4,13140	24	1,05109	1,03800	1,04790
-2	4,23916	2,97200	3,91160	25	1,00000	1,00000	1,00000
-1	4,00273	2,84700	3,70470	30	0,78254	0,83100	0,79420
0	3,78068	2,72800	3,51000	35	0,61627	0,69400	0,63475
1	3,57208	2,61300	3,32575	40	0,48832	0,58200	0,51050
2	3,37605	2,50300	3,15230	45	0,38923	0,49100	0,41290
3	3,19176	2,39900	2,98885	50	0,31203	0,41600	0,33590
4	3,01847	2,29900	2,83485	55	0,25152	0,35300	0,27475
5	2,85546	2,20500	2,68965	60	0,20383	0,30200	0,22590
6	2,70208	2,11500	2,55275	65	0,16604	0,25800	0,18670
7	2,55770	2,02900	2,42360	70	0,13592	0,22200	0,15500
8	2,42177	1,94000	2,30170	75	0,11181	0,19200	0,12935
9	2,29375	1,87000	2,18665	80	0,09240	0,16600	0,10840
10	2,17313	1,79600	2,07800	90	0,06395	0,12600	0,07710
11	2,05947	1,72400	1,97500	100	0,04501	0,09700	0,05570
12	1,95231	1,65500	1,87765	110	0,03218	0,07500	0,04090

3 INDICE DELLE FIGURE

GESTIONE INGRESSI ANALOGICI

Figura 1 - INGRESSI ANALOGICI DEL CONTROLLORE ICON500	1
Figura 2 –EFFETTO DEL FILTRO	4
Figura 3 – SEGNALE ORIGINALE E RUMORE.....	4
Figura 4 - Rappresentazione su scala logaritmica della curva R/T di sonde ntc	8
Figura 5 - CURVA RT su scala lineare.....	10