



Interfaccia RS-485 per il GPS degli acquisitori Kinometrics

S. Guardato, G. Iannaccone

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
Osservatorio Vesuviano - Napoli

Author : Sergio Guardato	Interfaccia RS-485 per il GPS degli acquisitori Kinometrics.	Status: V. 1.2
Tel. : +39/081.242.03.36		
Version : V. 1.0	Rev. Date: 18.07.2007	Page 1/45

Per informazioni e commenti:

Dr **Sergio Guardato**

Engineer System Designer - Tecnologo

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Osservatorio Vesuviano - Napoli

Sezione R.I.S.S.C. - c/o Fondazione IDIS - Città della Scienza

Via Coroglio, 156

80124 Bagnoli-Napoli (ITALY)

Mob: (+39) 333.630.29.53

Off.: (+39) 081.242.03.36

Fax: (+39) 081.242.03.34

e-mail: guardato@ov.ingv.it

Author : Sergio Guardato	Interfaccia RS-485 per il GPS degli acquisitori Kinematics.	<i>Status:</i> V. 1.2
Tel. : +39/081.242.03.36		
<i>Version</i> : V. 1.0	<i>Rev. Date:</i> 18.07.2007	<i>Page</i> 2/45



Indice

<i>Indice delle figure e tabelle</i>	4
<i>Sommario</i>	5
1. <i>Motivazioni tecnico-scientifiche</i>	6
2. <i>Il ricevitore GPS</i>	8
3. <i>Procedura progettuale</i>	12
4. <i>Principio di funzionamento</i>	13
5. <i>Descrizione delle interfacce</i>	14
5.1 <i>Lato acquirente</i>	17
5.1.1 <i>Alimentazione</i>	18
5.1.2 <i>Line-driver/receiver</i>	23
5.1.3 <i>Traslatori di livello</i>	28
5.1.4 <i>Cavi e connettori</i>	32
5.2 <i>Lato ricevitore GPS</i>	33
5.1.3 <i>Circuito per la batteria tampone</i>	35
5.1.4 <i>Cavi e connettori</i>	38
5.3 <i>Indicatori di stato</i>	40
5.4 <i>Interconnessioni elettriche</i>	42
6. <i>Test e collaudi</i>	44
<i>Bibliografia</i>	46

Author : Sergio Guardato	Interfaccia RS-485 per il GPS degli acquirenti Kinematics.	Status: V. 1.2
Tel. : +39/081.242.03.36		
Version : V. 1.0	Rev. Date: 18.07.2007	Page 3/45

Indice delle figure e tabelle

<i>Figura 1: ricevitore GPS (Motorola M12 Oncore).....</i>	8
<i>Figura 2: M12 block diagram.</i>	9
<i>Figura 3: M12 components dislocation.</i>	9
<i>Figura 4: pannello laterale destro del Q330 (dopo la modifica).....</i>	12
<i>Figura 5: schema di collegamento finale.</i>	14
<i>Figura 6: GPS-485 (lato acquirente).....</i>	16
<i>Figura 7: circuito di alimentazione.....</i>	17
<i>Figura 8: package TO-263.</i>	18
<i>Figura 9: LM2575 schema a blocchi.</i>	18
<i>Figura 10: LM2575 performance.....</i>	20
<i>Figura 11: SN65LBC179 tables, symbol and diagram.....</i>	22
<i>Figura 12: SN65LBC179 caratteristica (Driver).....</i>	24
<i>Figura 13: SN65LBC179 caratteristica (Receiver).....</i>	24
<i>Figura 14: SN65LBC179 transcaratteristica.</i>	25
<i>Figura 15: interfaccia RS-485.....</i>	25
<i>Figura 16: SN74CB3T1G125 function.</i>	27
<i>Figura 17: SN74CB3T1G125 caratteristica di funzionamento.....</i>	28
<i>Figura 18: SN74CB3T1G125 transcaratteristica.</i>	30
<i>Figura 19: traslatore di livello.</i>	30
<i>Figura 20: cavetto di connessione della scheda di interfaccia al Q330.....</i>	31
<i>Figura 21: GPS-485 (lato ricevitore GPS).....</i>	32
<i>Figura 22: LT1731 package SO-8.....</i>	34
<i>Figura 23: LTC1731 performance dinamiche.....</i>	36
<i>Figura 24: circuito per ricarica batteria litio.....</i>	36
<i>Figura 25: connettore del ricevitore GPS-M12.....</i>	37
<i>Figura 26: cavo RF – connessione ricevitore GPS con antenna attiva.....</i>	37
<i>Figura 27: connettore J4 per il ricevitore ACEIII.....</i>	38
<i>Figura 28: foto e caratteristica V-I dei diodi led.....</i>	39
<i>Figura 29: GPS settings (Q330-Willard configuration).....</i>	40
<i>Figura 30: connettore P1 (lato ricevitore GPS).....</i>	41
<i>Figura 31: connettori P1 e P2 (lato acquirente).....</i>	42
<i>Figura 32: connettore DB9F a tenuta su pannello.....</i>	42
<i>Figura 33: impulso 1PPS ricevuto dall'acquirente (ampiezza 3.3V, width 250ms).....</i>	43
<i>Figura 34: misura sulle linee differenziali di ricezione (RX+ ed RX-: lato acquirente).....</i>	44
<i>Figura 35: misure sulla linea TX in uscita e sulla linea di comando TX diretti al modulo GPS (lato acquirente).....</i>	44
<i>Tabella 1: M12 performances.....</i>	10
<i>Tabella 2: M12 pin description.</i>	10
<i>Tabella 3: caratteristiche tecniche (lato acquirente).....</i>	16
<i>Tabella 4: LM2575 specifiche elettriche.....</i>	19
<i>Tabella 5: SN65LBC179 electrical characteristics.....</i>	23
<i>Tabella 6: SN74CB3T1G125 condizioni operative.....</i>	29
<i>Tabella 7: caratteristiche tecniche (lato ricevitore GPS).....</i>	32
<i>Tabella 8: LTC1731 caratteristiche elettriche.....</i>	35
<i>Tabella 9: indicatori di stato.....</i>	40

Author : Sergio Guardato	Interfaccia RS-485 per il GPS degli acquirenti Kinematics.	Status: V. 1.2
Tel. : +39/081.242.03.36		
Version : V. 1.0	Rev. Date: 18.07.2007	Page 4/45

Sommario

Nel presente rapporto tecnico è presentato un nuovo sistema, costituito da un'interfaccia elettronica da noi progettata e realizzata, che consente l'acquisizione remota su bus RS-485, tramite cavo seriale della lunghezza anche di alcuni chilometri, dei dati forniti dal ricevitore GPS per gli acquisitori *Quanterra Q330*, *Q330HR* e per tutta la gamma della serie *Altus* prodotta dalla Kinemetrics®. Tale funzionalità non è normalmente disponibile su nessuna delle apparecchiature citate ed è richiesta quando occorre installare l'antenna del ricevitore GPS a distanza superiore di qualche decina di metri dall'acquisitore, come ad esempio per installazioni in galleria, in edifici di grande dimensione o in sistemi da fondo marino connessi via cavo alla superficie.

Il documento descrive dettagliatamente le funzionalità operative e l'hardware delle schede di interfaccia, prendendo in considerazione particolarmente l'acquisitore *Quanterra Q330*. Il sistema così sviluppato s'introduce come elemento che conserva in maniera totalmente trasparente tutte le funzionalità dell'apparato senza intervenire sulla procedura software di comunicazione per lo scambio dati tra il datalogger ed il ricevitore GPS integrato, lasciando quindi inalterate le varie modalità di funzionamento normalmente previste per il ricevitore GPS.

Author : Sergio Guardato Tel. : +39/081.242.03.36	Interfaccia RS-485 per il GPS degli acquisitori Kinemetrics.	Status: V. 1.2
Version : V. 1.0	Rev. Date: 18.07.2007	Page 5/45

1. Motivazioni tecnico-scientifiche

Il Quanterra Q330 è equipaggiato con un modulo ricevitore GPS per la corretta marcatura temporale dei file acquisiti. I manuali specificano che il ricevitore GPS interno al Q330 può essere usato in varie modalità (funzionamento in continuo, per un tempo predefinito o solo quando perde l'aggancio di fase). In quest'ultimo caso, la qualità del segnale GPS scende al 60% (buon livello di segnale GPS) e diminuisce di un ulteriore 1% ogni 10 minuti circa. Questo significa che in tali condizioni dopo un tempo pari a circa 8 ore il livello scende al 10% (assenza di segnale GPS).

In questo caso è utilizzata una nuova base dei tempi fornita da un TCXO (quarzo altamente stabile compensato in temperatura) agganciato, normalmente mediante l'utilizzo di un circuito PLL (*Phase Locked Loop*), al segnale di temporizzazione del ricevitore GPS. Il quarzo oscilla con un clock a 15.360MHz e possiede una stabilità termica di 1 o 10ppm/°C. Questo comporta una deriva temporale per il clock dell'acquisitore di qualche secondo ogni 30 giorni circa di attività in assenza di segnale GPS, con l'acquisitore continuamente alimentato.

Le specifiche tecniche fornite dalla Kinometrics descrivono l'uso di un ricevitore GPS esterno mediante l'utilizzo del connettore denominato "Ext. GPS" presente sul pannello frontale del Q330. In tal caso è possibile esportare, mediante un'interfaccia seriale fisicamente disponibile dal connettore anzidetto, i dati in formato NMEA direttamente dal ricevitore GPS (supportando due standard seriali: RS-232 e RS-422).

Per esigenze legate allo svolgimento di un esperimento di acquisizione dati su fondo marino si è presentata la necessità di utilizzare un ricevitore GPS esterno da collegare all'acquisitore Q330 mediante un cavo seriale lungo più 400 metri. In un primo momento si era pensato di utilizzare l'antenna attiva del GPS, fornita a corredo con l'acquisitore Q330, con un opportuno cavo RF di lunghezza appropriata. Questo però comportava l'utilizzo di un amplificatore di linea del segnale GPS (1575.42 MHz) a causa delle elevate perdite su cavo (circa 0.3dBm⁻¹ per un cavo di ottima qualità), con l'incognita di poter poi continuare ad utilizzare il ricevitore GPS interno al Q330 a profondità marine di 100 metri circa.

Author : Sergio Guardato	Interfaccia RS-485 per il GPS degli acquisitori Kinometrics.	Status: V. 1.2
Tel. : +39/081.242.03.36		
Version : V. 1.0	Rev. Date: 18.07.2007	Page 6/45

Pertanto si è preferito modificare l'acquisitore Q330, ovvero di prelevare dallo stesso il modulo ricevitore GPS integrato, e di progettare due moduli elettronici che agissero con più scopi allo stesso tempo ma, soprattutto, come interfacce RS-485 tra essi, il ricevitore GPS (una volta prelevato dal Q330) e l'acquisitore in modo da poter far transitare il segnale digitale GPS su lunghe distanze (sino a 3000 metri di cavo, con baud-rate di 9600bps, ed oltre con opportuni amplificatori di linea commerciali ed a basso costo).

Author : Sergio Guardato	Interfaccia RS-485 per il GPS degli acquisitori Kinematics.	Status: V. 1.2
Tel. : +39/081.242.03.36		
Version : V. 1.0	Rev. Date: 18.07.2007	Page 7/45

2. Il ricevitore GPS

Nel presente paragrafo sono descritte le caratteristiche e le funzionalità del ricevitore GPS, modello M12-Oncore della Motorola, integrato nella famiglia di acquisitori Quanterra (Q330 e Q330HR) prodotti dalla Kinemetrics.

Il modulo OEM in questione (ridenominato P/N 110917 – REV ‘B’ dalla Kinemetrics) è stato sviluppato alla fine degli anni ’90 con tecnologia a 3V. Il suo consumo di energia è pari a circa 0.3W, le dimensioni ed il peso sono abbastanza ridotti, ed è inoltre capace di pilotare un’antenna attiva esterna con alimentazione a +3 o +5V con possibilità di erogare corrente continua sino ad 80mA.

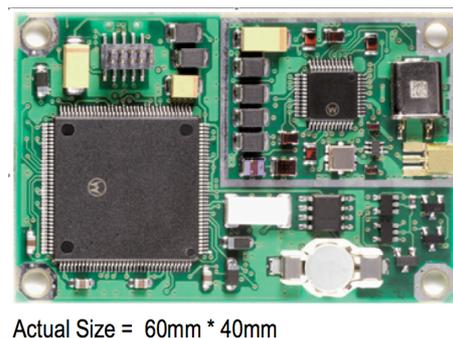


Figura 1: ricevitore GPS (Motorola M12 Oncore).

Il modulo consiste in un ricevitore a radiofrequenza (Motorola MRFIC1504) con range dinamico di 27dB, capace di ricevere i dati da un numero massimo di 12 satelliti, ed un processore Motorola (MCORE MMC2003). I segnali GPS provenienti dai satelliti vengono ricevuti da un’antenna a 50Ω accordata a 1575.42MHz e convertiti, a frequenza intermedia (IF), da un doppio blocco di conversione, al fine di garantirne una migliore non reiezione di segnale. Successivamente i segnali vengono digitalizzati ed elaborati dal processore. La figura che segue illustra lo schema a blocchi semplificato del modulo.

Author : Sergio Guardato	Interfaccia RS-485 per il GPS degli acquisitori Kinemetrics.	Status: V. 1.2
Tel. : +39/081.242.03.36		
Version : V. 1.0	Rev. Date: 18.07.2007	Page 8/45

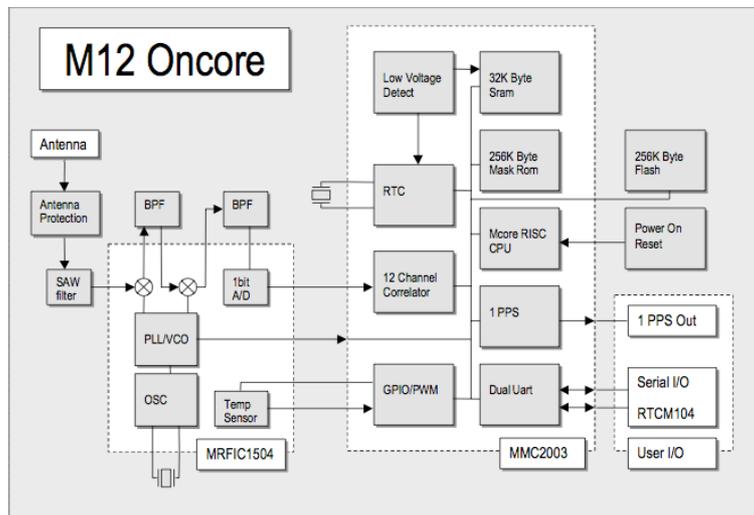


Figura 2: M12 block diagram.

Un filtro SAW ed un cristallo di quarzo ad alte prestazioni garantiscono bassi tempi di start-up ed elevate performance per il meccanismo di tracking dei satelliti. Infine, il processore effettua i calcoli relativi a posizione, velocità e tempo (sincronizzato a UTC, *Universal Timing Code*), oltre a gestire l'interfaccia di I/O con l'esterno.

Il dialogo con il modulo avviene per mezzo di un'interfaccia seriale con livelli TTL a +3V (attivi bassi) e con baud-rate di 9600bps (8N1). Il segnale di uscita 1PPS è un segnale digitale a +3V con durata (width) tipica di 200ms e con marcatura temporale sul fronte di salita dello stesso. Il rate in uscita dei messaggi GPS avviene con una frequenza di un secondo.

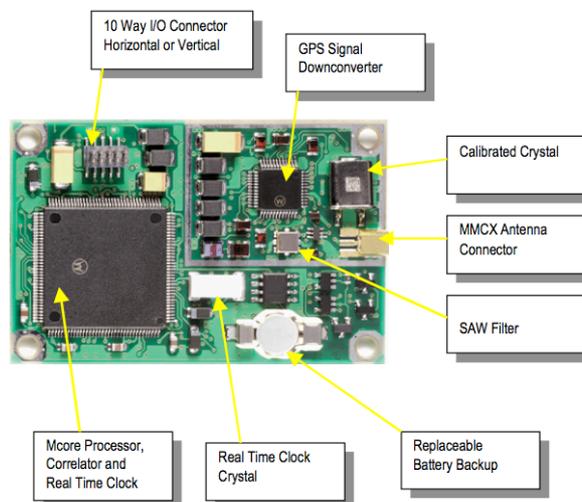


Figura 3: M12 components dislocation.

Author : Sergio Guardato	Interfaccia RS-485 per il GPS degli acquisitori Kinematics.	Status: V. 1.2
Tel. : +39/081.242.03.36		
Version : V. 1.0	Rev. Date: 18.07.2007	Page 9/45

Nella tabella che segue vengono evidenziate le caratteristiche salienti di questo dispositivo.

Caratteristica	Performance
Ricevitore a 12 canali	Possibilità di tracking sino a 12 satelliti
Tecnologia a 3V	Alimentazione: 2.75÷3.2V
Basso consumo	0.225W max (senza antenna)
Dimensioni contenute	60x40x10mm
Acquisizione veloce <i>Time To First Fix</i>	TTF Cold: 60s TTF Warm: 40s TTF Hot: 15s
Accuratezza sulla posizione	< 25m
Formato dati	WGS-84
Messaggi in uscita su interfaccia seriale (livelli TTL a 3V)	<ul style="list-style-type: none"> • Latitudine, longitudine, altitudine, velocità, heading, tempo • Protocollo binario <i>Motorola</i> (9600bps) • Protocollo NMEA 0183 @ 4800bps (GGA, GLL, GSA, GSV, RMC, VTG, ZDA)
Pilotaggio antenna L1: 1575.42MHz	3V o 5V (da 15 ad 80mA) (con diagnostica e protezione totale contro corto circuiti dell'antenna)
Connettori	<ul style="list-style-type: none"> • Power/Data: 10 pin (2x5) unshrouded header (0.050 in. = 1000mils) • RF: MMCX ad angolo retto

Tabella 1: M12 performances.

Per completezza viene riportata anche la disposizione e la nomenclatura del pin-out del connettore a 10 pin (tipo *SamTech*[®], FTSH-105-D2-L-DH header) alloggiato sul modulo.

Pin #	Signal	Description
1	TTL TXD1	Transmit 3 V logic
2	TTL RXD1	Receive 3 V logic
3	+3.0 V PWR	+3 V regulated main power
4	1 PPS	One pulse per second signal
5	GROUND	Ground (receiver)
6	BATTERY	Externally applied backup power (2.7 to 3.2 V)
7	Reserved	Not currently used
8	RTCM IN	RTCM input
9	ANTENNA VOLTAGE	3 V or 5 V antenna input voltage
10	Reserved	Not currently used

Tabella 2: M12 pin description.

Author : Sergio Guardato Tel. : +39/081.242.03.36	Interfaccia RS-485 per il GPS degli acquisitori Kinometrics.	Status: V. 1.2
Version : V. 1.0	Rev. Date: 18.07.2007	Page 10/45

Il modulo M12, infine, è in grado di rivelare, con un opportuno circuito di current sensing, la presenza dell'antenna esterna con il controllo di eventuali sovraccarichi di corrente (>80mA).

Per ciò che concerne l'antenna attiva, è possibile usare qualunque antenna del tipo descritto nel documento (1) riportato in bibliografia. La Kinometrics correda gli acquisitori Quanterra Q330 con antenne GPS attive a 3V della Trimble® (FOG Antenna, P/N 109450-PL) con 5 metri di cavo coassiale provvisto di un connettore BNC male.

Attualmente, la versione hardware del modulo GPS montata dalla Kinometrics negli acquisitori della serie Quanterra Q330 è la 1.8 (con upgrade del firmware risalente al 1999).

All'inizio della procedura software di comunicazione tra Q330 e modulo ricevitore GPS-M12, il protocollo utilizzato per lo scambio di informazioni di setup è un protocollo proprietario in formato binario della Motorola.

Note per l'acquisitore K2 della serie Altus.

Il ricevitore GPS installato in questo datalogger è il tipo ACEIII prodotto dalla Trimble (Rif. Bib. (3) e (4)).

Author : Sergio Guardato	Interfaccia RS-485 per il GPS degli acquisitori Kinometrics.	Status: V. 1.2
Tel. : +39/081.242.03.36		
Version : V. 1.0	Rev. Date: 18.07.2007	Page 11/45

3. Procedura progettuale

Per consentire l'acquisizione dei dati elaborati dal ricevitore GPS ad opera del datalogger Quanterra Q330 su cavo seriale a lunga distanza, è innanzitutto necessario prelevare il modulo ricevitore GPS in esso alloggiato ed integrarlo, come modulo OEM, su di un'opportuna interfaccia elettronica che è stata sviluppata appositamente e che in queste pagine viene descritta. Dopodiché il pannello laterale destro del Q330 va forato opportunamente per consentire l'installazione di un connettore DB9F da pannello a tenuta stagna, come visibile in figura.



Figura 4: pannello laterale destro del Q330 (dopo la modifica).

La procedura per estrarre il modulo GPS dal Q330 va affrontata con opportuna cautela. L'apertura del datalogger avviene mediante la rimozione dei due pannelli laterali e dei connettori dai circuiti stampati interni. Successivamente, occorre far scivolare da un lato il contenitore in alluminio dell'elettronica interna, quindi occorre aprire quest'ultimo ed infine intervenire con il cacciavite e la chiave esagonale per prelevare il modulo GPS, dopo aver rimosso da esso il connettore (socket) a 10 pin ed il connettore MMCX per il segnale in radiofrequenza. Quest'ultimo resta inutilizzato nell'alloggiamento assicurandolo al circuito stampato con delle fascette da ancorare a dei fori presenti sul PCB stesso.

Il connettore socket a 10 pin deve essere realizzato con un cavetto flat ad altrettanti poli di lunghezza pari a 20cm circa, come successivamente descritto.

Author : Sergio Guardato	Interfaccia RS-485 per il GPS degli acquisitori Kinematics.	Status: V. 1.2
Tel. : +39/081.242.03.36		Page 12/45
Version : V. 1.0	Rev. Date: 18.07.2007	

4. Principio di funzionamento

Il sistema convertitore d'interfaccia bidirezionale dallo standard seriale RS-232 (TTL con livelli di tensione a +3V attivi bassi) allo standard su bus RS-485, qui denominato **GPS-485**, è costituito da due moduli elettronici da installare secondo le modalità descritte nel paragrafo successivo.

Concretamente il sistema consente la ricezione da parte del Q330 dei dati provenienti dal medesimo ricevitore GPS, collegato alla stessa antenna, su un cavo seriale costituito da quattro coppie differenziali twistate, che consentono sia lo scambio dati di controllo e ricezione informazioni del GPS, sia la ricezione del segnale 1PPS che l'accensione (e spegnimento) di parte dell'elettronica delle due interfacce (e, conseguentemente, del ricevitore GPS).

Il sistema è composto da:

- antenna per la ricezione del segnale GPS;
- scheda di interfaccia (denominata **GPS-485 lato ricevitore**) su cui va alloggiato, come vedremo dettagliatamente in seguito, il modulo ricevitore GPS-M12 prelevato dal Q330 e contenente l'interfaccia RS-232/RS-485 con i circuiti di line-driver/receiver, i circuiti di alimentazione e tutta l'elettronica necessaria al monitoraggio dello stato di carica di un'opportuna batteria tampone per il modulo GPS;
- cavo di collegamento seriale (1:1) delle due schede;
- scheda di interfaccia (denominata **GPS-485 lato acquirettore**) contenente, come dopo vedremo dettagliatamente, l'interfaccia RS-485/RS-232 con i circuiti line-driver/receiver, ed i circuiti di alimentazione.

Un cavetto di collegamento, tipo flat a 10 poli (passo 0.050inch), della lunghezza di 20cm circa terminato da un lato con un connettore header e dall'altro lato con terminali a saldare su un connettore DB9F da pannello (a tenuta stagna, RS code: 521-5437) necessario al collegamento dell'acquirettore con il cavo seriale esterno. Il connettore header del cavo flat va innestato sull'apposito socket sul PCB interno all'acquirettore Q330 secondo la procedura in seguito indicata, mentre il connettore DB9 va opportunamente fissato sul pannello laterale destro in alluminio presso- fuso dell'acquirettore, opportunamente forato e lavorato per l'installazione.

Author : Sergio Guardato	Interfaccia RS-485 per il GPS degli acquirettori Kinematics.	Status: V. 1.2
Tel. : +39/081.242.03.36		
Version : V. 1.0	Rev. Date: 18.07.2007	Page 13/45

E' presente, inoltre, un cavetto coassiale RF (tipo RG316DT – RS-521-5437), della lunghezza di 10cm circa, terminato da un lato con spina ad angolo retto (tipo MMCX) e dall'altro lato con connettore BNC volante (spina con impedenza caratteristica di 50Ω) necessario al collegamento dell'antenna al modulo ricevitore GPS. La spina MMCX va innestata nell'apposita presa MMCX ad angolo retto presente sul PCB del modulo OEM GPS-M12. Il connettore BNC volante, infine, è necessario al collegamento esterno con una qualsiasi antenna GPS di tipo attiva.

Segue una figura descrittiva dello schema di collegamento delle due schede di interfaccia ad un'antenna GPS ed all'acquisitore Q330.

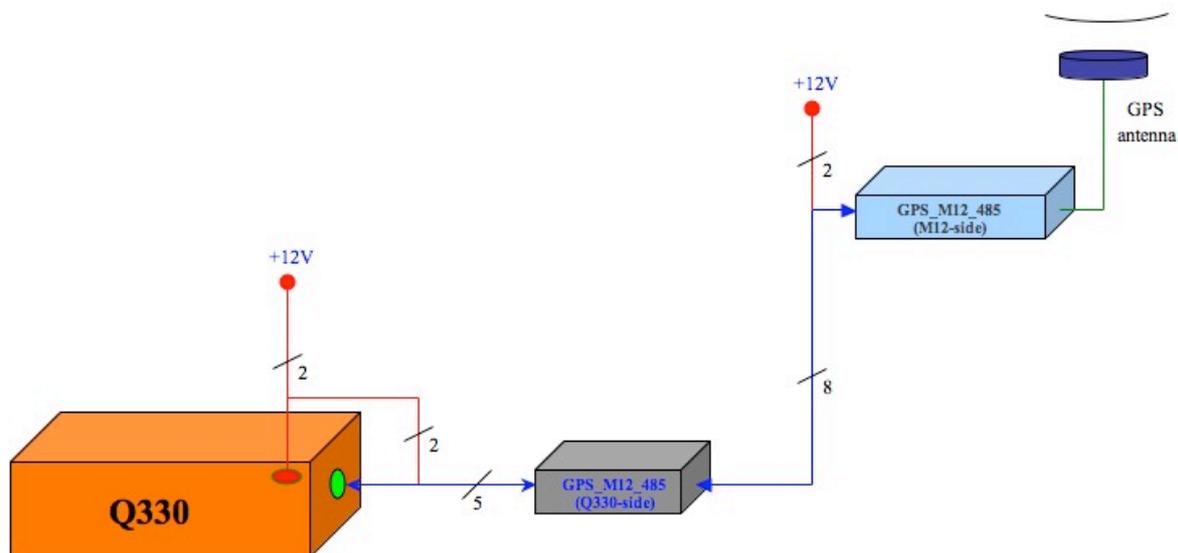


Figura 5: schema di collegamento finale.

Il sistema GPS-485 sviluppato possiede circuiti di interfaccia con isolatori per la protezione contro tensioni elevate sino a $2000V$ (in accordo con le specifiche ANSI RS-485 e ISO 8482:1987(E)); consente i collegamenti tra dispositivi compatibili del tipo punto a punto e multidrop (4+2 fili, full-duplex). Inoltre, esso possiede una serie di indicatori di stato (diodi led) per le alimentazioni ed il monitoraggio dell'attività del segnale 1PPS.

Entrambe le schede di interfaccia sono alimentate con una tensione continua ausiliaria esterna (anche non stabilizzata) compresa tra 8 e $14V$ con assorbimenti di alcune decine di mA. L'alimentazione viene fornita ai moduli direttamente dai connettori DB9F presenti sugli stessi.

Author : Sergio Guardato	Interfaccia RS-485 per il GPS degli acquisitori Kinematics.	Status: V. 1.2
Tel. : +39/081.242.03.36		Page 14/45
Version : V. 1.0	Rev. Date: 18.07.2007	

5. Descrizione delle interfacce

Il sistema si compone di due schede di interfaccia. Una di queste (lato ricevitore GPS) contiene tutta l'elettronica necessaria ad alimentare il ricevitore GPS, l'antenna attiva ed i circuiti di interfaccia necessari al pilotaggio dei dati GPS da trasmettere su bus RS-485 con cavo seriale a lunghe distanze. Questa scheda è in grado anche di ricevere i comandi di configurazione del modulo GPS provenienti dall'acquisitore; in particolare, essa si occupa anche di interfacciare tali informazioni elettriche dai livelli elettrici conformi allo standard RS-485 ai livelli logici TTL a +3V.

L'altra scheda (lato acquisitore) svolge le stesse funzioni della scheda predetta ma in modalità opposta, tranne per ciò che riguarda il ricevitore GPS e l'antenna che, ovviamente, qui non sono presenti.

Lo scambio di informazioni tra le due schede di interfaccia avviene per mezzo di un apposito cavo contenente quattro coppie twistate (con impedenza caratteristica di 120Ω). La lunghezza del cavo può arrivare sino a tre chilometri.

Le schede di interfaccia sono completamente abilitate solo quando, tramite software di gestione del GPS sull'acquisitore, si accende il GPS. In tal caso la linea differenziale digitale di controllo POWER_ENABLE è allo stato logico alto e si attiva tutto il resto dell'elettronica posta in stand-by. Ad ogni modo l'introduzione delle due schede d'interfaccia consente l'utilizzo del ricevitore GPS per l'acquisitore in maniera trasparente.

Non è richiesta nessuna modifica software sul sistema che, pertanto, continua a funzionare come prima.

Le due schede possono essere installate all'interno di contenitori appositi per proteggerle dagli agenti atmosferici esterni, oppure montate negli stessi box normalmente contenenti la strumentazione.

Author : Sergio Guardato	Interfaccia RS-485 per il GPS degli acquisitori Kinematics.	Status: V. 1.2
Tel. : +39/081.242.03.36		
Version : V. 1.0	Rev. Date: 18.07.2007	Page 15/45

5.1 Lato acquirente

Segue una foto del circuito di interfaccia che gestisce i dati acquisiti dal ricevitore GPS relativa al collegamento diretto con l'acquirente (modificato) ed una tabella riassuntiva delle specifiche tecniche dello stesso.

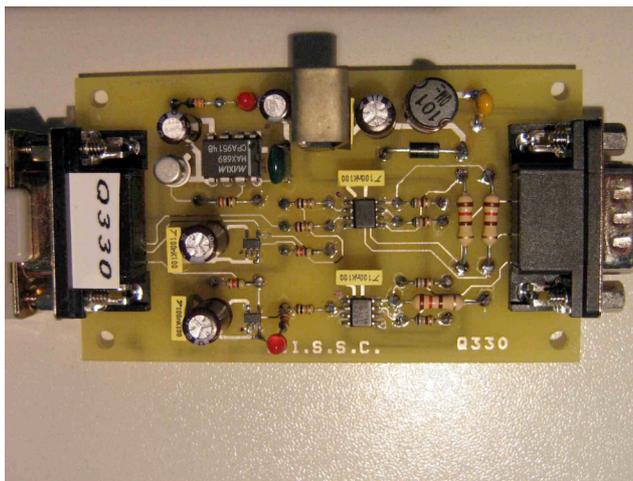


Figura 6: GPS-485 (lato acquirente).

Alimentazione	8 ÷ 14Vdc
Assorbimento	30mA @12Vdc
Data Rate	sino a 100Kbps per lunghezze su cavo inferiori a 1200m
Connettori	DB9 Male (lato cavo RS-485) DB9 Female (lato acquirente)
Monitor leds	GPS Power, 1PPS
Contenitore	Box plastico
Peso	40 grammi
Dimensioni	100x50x20 mm

Tabella 3: caratteristiche tecniche (lato acquirente).

Author : Sergio Guardato	Interfaccia RS-485 per il GPS degli acquirenti Kinematics.	Status: V. 1.2
Tel. : +39/081.242.03.36		Page 16/45
Version : V. 1.0	Rev. Date: 18.07.2007	

5.1.1 Alimentazione

L'alimentazione della scheda è esterna e può essere prelevata da una comune batteria a 12V. Lo stadio d'ingresso del circuito di alimentazione è protetto con un fusibile autoripristinante contro eventuali corto circuiti o altre anomalie; è inoltre presente anche una protezione con diodi contro eventuali inversioni accidentali di polarità dell'alimentazione.

Sono presenti due regolatori di tensione di tipo switching. Uno di essi fornisce l'alimentazione a +5V per i circuiti line-driver/receiver per il bus RS-485. L'altro regolatore di tensione, a +3V in uscita sul carico, fornisce l'alimentazione per il traslatore di livelli da +5V a +3V per i segnali ricevuti dal modulo M12-GPS.

Nella figura che segue viene mostrato lo schema elettrico del regolatore di tensione relativo alla sola alimentazione a +5V, essendo l'altro perfettamente identico ma con tensione di uscita fissata a +3V (in questo caso non sono presenti: F1, L1, D3, D4, D6, D7, D8 ed il circuito di abilitazione).

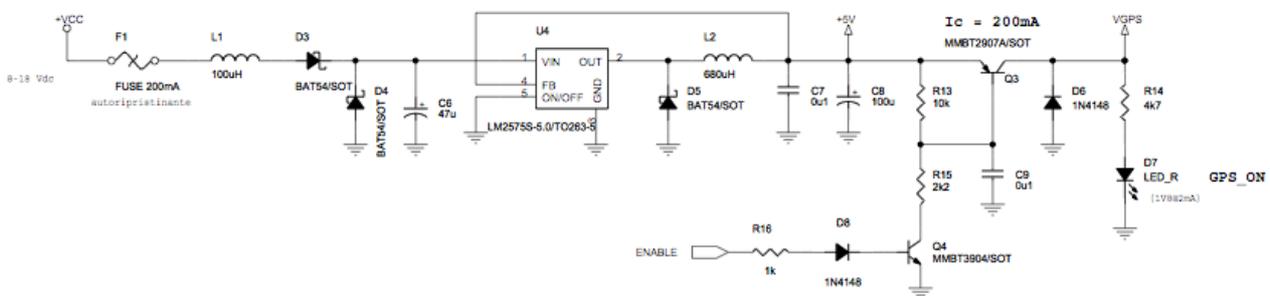


Figura 7: circuito di alimentazione.

Come si può notare, il circuito per l'alimentazione è costruito attorno al regolatore integrato di tipo switching siglato LM2575 e prodotto dalla National Semiconductor[®]. Si tratta di un semplice regolatore step-down (buck) che con un minimo numero di componenti discreti esterni è capace di fornire in uscita una tensione continua in grado di erogare una corrente di carico sino ad 1A. Il package utilizzato è quello nella versione SMT a cinque pin riportato nella figura che segue.

Author : Sergio Guardato	Interfaccia RS-485 per il GPS degli acquisitori Kinometrics.	Status: V. 1.2
Tel. : +39/081.242.03.36		Page 17/45
Version : V. 1.0	Rev. Date: 18.07.2007	

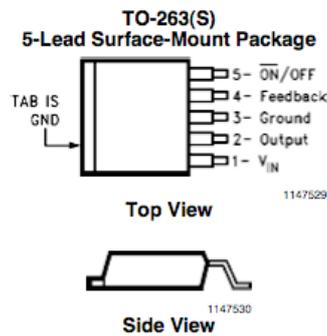
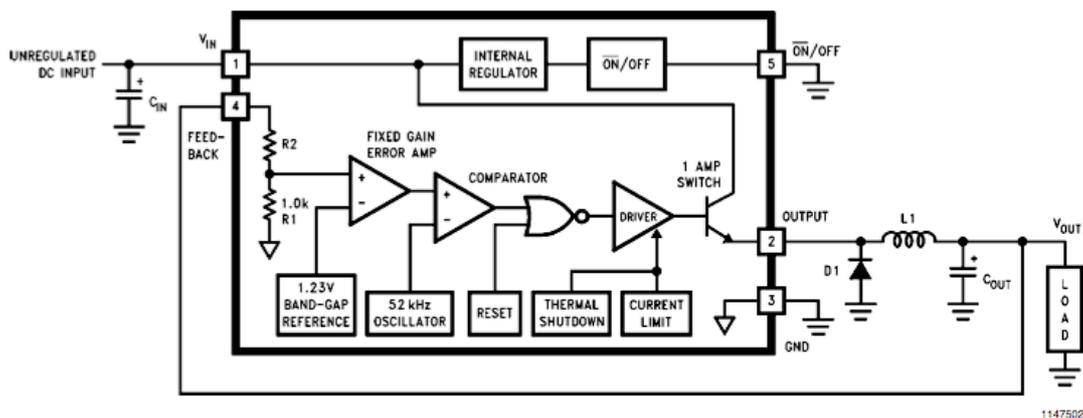


Figura 8: package TO-263.

Il dispositivo in questione esiste in varie versioni, è facile da usare e presenta in esso integrati sia l'oscillatore ad elevata frequenza (fissa) che il circuito elettrico per la compensazione in frequenza. E' inoltre presente un pin di abilitazione in ingresso, con livello di tensione TTL, capace di portare in stand-by il circuito integrato che in conseguenza di ciò consuma solo $50\mu A$.

In figura viene riportato lo schema a blocchi con una tipica configurazione di montaggio.

Block Diagram and Typical Application



3.3V, R2 = 1.7k
5V, R2 = 3.1k

Figura 9: LM2575 schema a blocchi.

Author : Sergio Guardato	Interfaccia RS-485 per il GPS degli acquisitori Kinometrics.	Status: V. 1.2
Tel. : +39/081.242.03.36		
Version : V. 1.0	Rev. Date: 18.07.2007	Page 18/45

Vengono riportate nella tabella seguente le caratteristiche elettriche del dispositivo per entrambe le versioni utilizzate (uscite a $+3.3V$ ed a $+5V$).

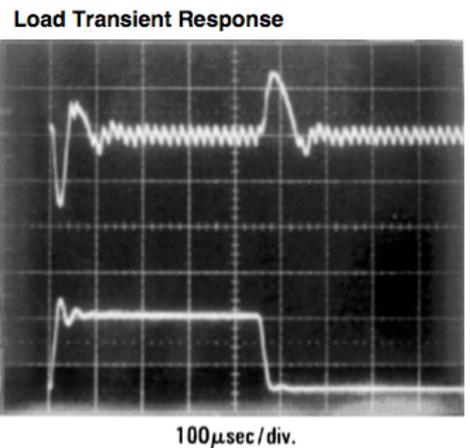
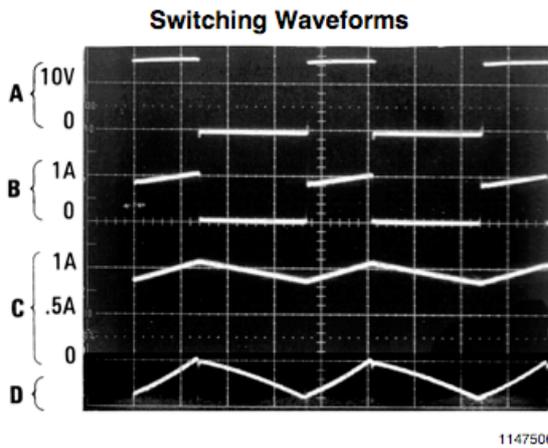
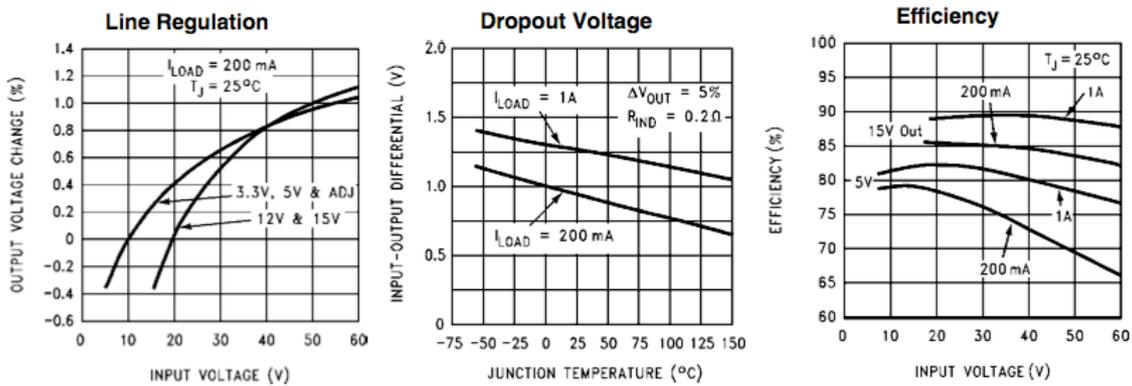
LM1575-3.3, LM2575-3.3, LM2575HV-3.3						
Electrical Characteristics						
Specifications with standard type face are for $T_j = 25^\circ\text{C}$, and those with boldface type apply over full Operating Temperature Range.						
Symbol	Parameter	Conditions	Typ	LM1575-3.3	LM2575-3.3 LM2575HV-3.3	Units (Limits)
				Limit (Note 2)	Limit (Note 3)	
SYSTEM PARAMETERS (Note 4) Test Circuit <i>Figure 2</i>						
V_{OUT}	Output Voltage	$V_{IN} = 12V, I_{LOAD} = 0.2A$ Circuit of <i>Figure 2</i>	3.3	3.267 3.333	3.234 3.366	V V(Min) V(Max)
V_{OUT}	Output Voltage LM1575/LM2575	$4.75V \leq V_{IN} \leq 40V, 0.2A \leq I_{LOAD} \leq 1A$ Circuit of <i>Figure 2</i>	3.3	3.200/ 3.168 3.400/ 3.432	3.168/ 3.135 3.432/ 3.465	V V(Min) V(Max)
V_{OUT}	Output Voltage LM2575HV	$4.75V \leq V_{IN} \leq 60V, 0.2A \leq I_{LOAD} \leq 1A$ Circuit of <i>Figure 2</i>	3.3	3.200/ 3.168 3.416/ 3.450	3.168/ 3.135 3.450/ 3.482	V V(Min) V(Max)
η	Efficiency	$V_{IN} = 12V, I_{LOAD} = 1A$	75			%
LM1575-5.0, LM2575-5.0, LM2575HV-5.0						
Electrical Characteristics						
Specifications with standard type face are for $T_j = 25^\circ\text{C}$, and those with boldface type apply over full Operating Temperature Range.						
Symbol	Parameter	Conditions	Typ	LM1575-5.0	LM2575-5.0 LM2575HV-5.0	Units (Limits)
				Limit (Note 2)	Limit (Note 3)	
SYSTEM PARAMETERS (Note 4) Test Circuit <i>Figure 2</i>						
V_{OUT}	Output Voltage	$V_{IN} = 12V, I_{LOAD} = 0.2A$ Circuit of <i>Figure 2</i>	5.0	4.950 5.050	4.900 5.100	V V(Min) V(Max)
V_{OUT}	Output Voltage LM1575/LM2575	$0.2A \leq I_{LOAD} \leq 1A,$ $8V \leq V_{IN} \leq 40V$ Circuit of <i>Figure 2</i>	5.0	4.850/ 4.800 5.150/ 5.200	4.800/ 4.750 5.200/ 5.250	V V(Min) V(Max)
V_{OUT}	Output Voltage LM2575HV	$0.2A \leq I_{LOAD} \leq 1A,$ $8V \leq V_{IN} \leq 60V$ Circuit of <i>Figure 2</i>	5.0	4.850/ 4.800 5.175/ 5.225	4.800/ 4.750 5.225/ 5.275	V V(Min) V(Max)
η	Efficiency	$V_{IN} = 12V, I_{LOAD} = 1A$	77			%

Tabella 4: LM2575 specifiche elettriche.

Tra le altre caratteristiche elettriche del dispositivo vanno ricordate:

- tensione di uscita fissa con tolleranza del $\pm 4\%$ in condizioni di massimo carico;
- frequenza dell'oscillatore interna di $52kHz \pm 10\%$;
- protezione contro le sovra-temperature e le condizioni anomale di sovraccarico.

Nelle figure che seguono sono riportati i grafici delle performance dinamiche del circuito integrato.



$V_{OUT} = 5\text{ V}$
 A: Output Pin Voltage, 10V/div
 B: Output Pin Current, 1A/div
 C: Inductor Current, 0.5A/div
 D: Output Ripple Voltage, 20 mV/div,
 AC-Coupled
 Horizontal Time Base: 5 $\mu\text{s}/\text{div}$

Figura 10: LM2575 performance.

Author : Sergio Guardato	Interfaccia RS-485 per il GPS degli acquisitori Kinematics.	Status: V. 1.2
Tel. : +39/081.242.03.36	Rev. Date: 18.07.2007	Page 20/45
Version : V. 1.0		

Note per l'acquisitore K2 della serie Altus.

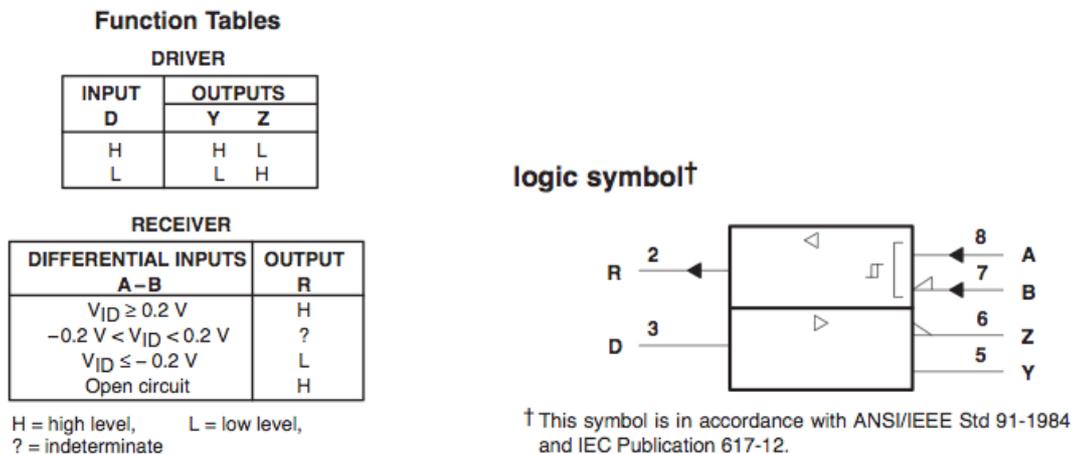
In questo caso per l'alimentazione della scheda di interfaccia, lato acquisitore K2, i circuiti di alimentazione non sono presenti. Infatti è necessaria la sola tensione di $+5V$ per alimentare i circuiti di line-driver/receiver su bus RS-485 che viene prelevata dal connettore stesso dell'acquisitore, utilizzato (normalmente) per alimentare il ricevitore GPS interno; inoltre la tensione di $+3V$ è assente poiché il ricevitore GPS (ACEIII) è dotato di un'interfaccia seriale di comunicazione con livelli TTL standard a $+5V$.

Author : Sergio Guardato	Interfaccia RS-485 per il GPS degli acquisitori Kinematics.	Status: V. 1.2
Tel. : +39/081.242.03.36		
Version : V. 1.0	Rev. Date: 18.07.2007	Page 21/45

5.1.2 Line-driver/receiver

I circuiti line-driver/receiver di interfaccia sul bus RS-485 in questa scheda vengono usati per poter dialogare correttamente con il ricevitore GPS remoto. In particolare si tratta di adattare i segnali differenziali ricevuti (RX+, RX-, 1PPS+ ed 1PPS-) a livelli logici TTL standard e poi adattarli, come descritto nel paragrafo successivo, a livelli logici TTL a +3V. Analogo discorso, ma in senso opposto, va fatto per adattare i segnali differenziali da trasmettere al ricevitore GPS (TX+, TX-, ON+ ed ON-) ed al circuito di abilitazione dell'alimentazione da livelli logici TTL a +3V a livelli differenziali compatibili con le caratteristiche del bus RS-485.

Concretamente, note le specifiche del bus seriale RS-485, il compito di interfacciamento a tale bus è stato affidato all'utilizzo di una coppia di circuiti integrati siglati SN65LBC179 prodotti dalla Texas Instruments®. Si tratta di un dispositivo integrato che presenta una coppia di line-driver/receiver progettato per comunicazioni bidirezionali su cavo molto lungo. Nella figura che segue sono riportate la tabella di verità, il simbolo ed il diagramma logico del dispositivo.



logic diagram (positive logic)

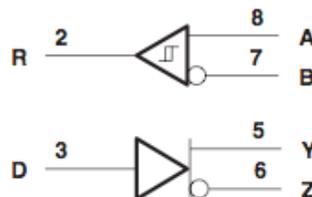


Figura 11: SN65LBC179 tables, symbol and diagram.

Author : Sergio Guardato	Interfaccia RS-485 per il GPS degli acquisitori Kinematics.	Status: V. 1.2
Tel. : +39/081.242.03.36		Page 22/45
Version : V. 1.0	Rev. Date: 18.07.2007	

Il dispositivo montato sul PCB si presenta nel package SOIC8.

Tra le caratteristiche salienti del circuito occorre porre in evidenza le seguenti:

- supporta comunicazioni (trasmissione e ricezione) multidrop e multipunto differenziali in full-duplex su bus RS-485;
- è capace di funzionare con impulsi la cui larghezza può essere inferiore a 30ns;
- corrente assorbita di 5mA (max);
- rispetta lo standard ANSI RS-485 e ISO 8482:1987(E);
- protezione contro le sovracorrenti.

Nella tabella seguente sono riportate le specifiche operative del dispositivo.

		MIN	NOM	MAX	UNIT
Supply voltage, V_{CC}		4.75	5	5.25	V
High-level input voltage, V_{IH}	D	2			V
Low-level input voltage, V_{IL}	D			0.8	V
Differential input voltage, V_{ID}		-6 [‡]		6	V
Voltage at any bus terminal (separately or common-mode), V_O , V_I , or V_{IC}	A, B, Y, or Z	-7		12	V
High-level output current, I_{OH}	Y or Z			-60	mA
	R			-8	
Low-level output current, I_{OL}	Y or Z			60	mA
	R			8	
Operating free-air temperature, T_A	SN65LBC179	-40		85	°C
	SN65LBC179Q	-40		125	
	SN75LBC179	0		70	

Tabella 5: SN65LBC179 electrical characteristics.

Seguono le tabelle riportanti le caratteristiche elettriche in trasmissione e ricezione del circuito integrato e la sua transcaratteristica.

PARAMETER		TEST CONDITIONS		MIN	TYP†	MAX	UNIT	
V _{IK}	Input clamp voltage	I _I = -18 mA				-1.5	V	
V _{OD}	Differential output voltage (see Note 3)	R _L = 54 Ω, See Figure 1	SN65LBC179, SN65LBC179Q	1.1	2.2	5	V	
			SN75LBC179	1.5	2.2	5		
		R _L = 60 Ω, See Figure 2	SN65LBC179, SN65LBC179Q	1.1	2.2	5		
			SN75LBC179	1.5	2.2	5		
Δ V _{OD}	Change in magnitude of differential output voltage (see Note 4)	See Figures 1 and 2				±0.2	V	
V _{OC}	Common-mode output voltage			1	2.5	3	V	
Δ V _{OC}	Change in magnitude of common-mode output voltage (see Note 4)	R _L = 54 Ω,	See Figure 1			±0.2	V	
I _O	Output current with power off	V _{CC} = 0,	V _O = -7 V to 12 V			±100	μA	
I _{IH}	High-level input current	V _I = 2.4 V				-100	μA	
I _{IL}	Low-level input current	V _I = 0.4 V				-100	μA	
I _{OS}	Short-circuit output current	-7 V ≤ V _O ≤ 12 V				±250	mA	
I _{CC}	Supply current	No load	SN65LBC179, SN75LBC179			4.2	5	mA
			SN65LBC179Q			4.2	7	mA

† All typical values are at V_{CC} = 5 V and T_A = 25°C.

NOTES: 3. The minimum V_{OD} specification of the SN65179 may not fully comply with ANSI RS-485 at operating temperatures below 0°C. System designers should take the possibly lower output signal into account in determining the maximum signal transmission distance.

4. Δ|V_{OD}| and Δ|V_{OC}| are the changes in the steady-state magnitude of V_{OD} and V_{OC}, respectively, that occur when the input is changed from a high level to a low level.

switching characteristics, V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C

PARAMETER		TEST CONDITIONS		MIN	MAX	UNIT
t _{d(OD)}	Differential-output delay time	R _L = 54 Ω,	See Figure 3	7	18	ns
t _{t(OD)}	Differential transition time			5	20	ns

Figura 12: SN65LBC179 caratteristica (Driver).

PARAMETER		TEST CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNIT
V _{IT+}	Positive-going input threshold voltage	I _O = -8 mA				0.2	V
V _{IT-}	Negative-going input threshold voltage	I _O = 8 mA		-0.2			V
V _{hys}	Hysteresis voltage (V _{IT+} - V _{IT-})				45		mV
V _{OH}	High-level output voltage	V _{ID} = 200 mV,	I _{OH} = -8 mA	3.5	4.5		V
V _{OL}	Low-level output voltage	V _{ID} = -200 mV,	I _{OL} = 8 mA		0.3	0.5	V
I _I	Bus input current	V _I = 12 V, Other inputs at 0 V, V _{CC} = 5 V	SN65LBC179, SN75LBC179	0.7	1		mA
			SN65LBC179Q	0.7	1.2		mA
		V _I = 12 V, Other inputs at 0 V, V _{CC} = 0 V	SN65LBC179, SN75LBC179	0.8	1		mA
			SN65LBC179Q	0.8	1.2		mA
		V _I = -7 V, Other inputs at 0 V, V _{CC} = 5 V	SN65LBC179, SN75LBC179	-0.5	-0.8		mA
			SN65LBC179Q	-0.5	-1.0		mA
V _I = -7 V, Other inputs at 0 V, V _{CC} = 0 V	SN65LBC179, SN75LBC179	-0.5	-0.8		mA		
	SN65LBC179Q	-0.5	-1.0		mA		

switching characteristics, V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C

PARAMETER		TEST CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNIT
t _{PHL}	Propagation delay time, high- to low-level output	V _{ID} = -1.5 V to 1.5 V,	See Figure 4	15		30	ns
t _{PLH}	Propagation delay time, low- to high-level output			15		30	ns
t _{sk(p)}	Pulse skew (t _{PHL} - t _{PLH})	See Figure 4			3	6	ns
t _t	Transition time				3	5	ns

Figura 13: SN65LBC179 caratteristica (Receiver).

Author	: Sergio Guardato	Interfaccia RS-485 per il GPS degli acquisitori Kinematics.	Status: V. 1.2
Tel.	: +39/081.242.03.36		
Version	: V. 1.0	Rev. Date: 18.07.2007	Page 24/45

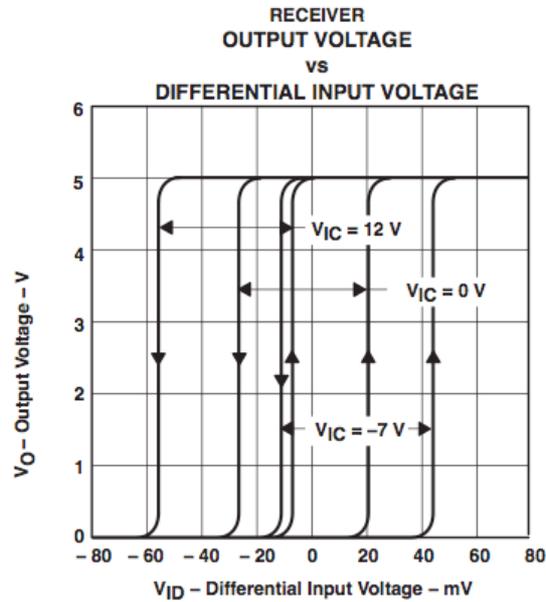


Figura 14: SN65LBC179 transcaratteristica.

Il dispositivo è stato montato nella configurazione visibile nella figura seguente dove sono mostrati anche l'utilizzo di due opportuni resistori di terminazione (del valore di 120Ω , $1/2W$), sia per la parte di line-driver che per quella di line-receiver, e di una coppia di resistori di polarizzazione per la parte di line-receiver (del valore di 680Ω). I valori dei resistori sono stati calcolati rispettando le raccomandazioni contenute nelle specifiche del bus RS-485.

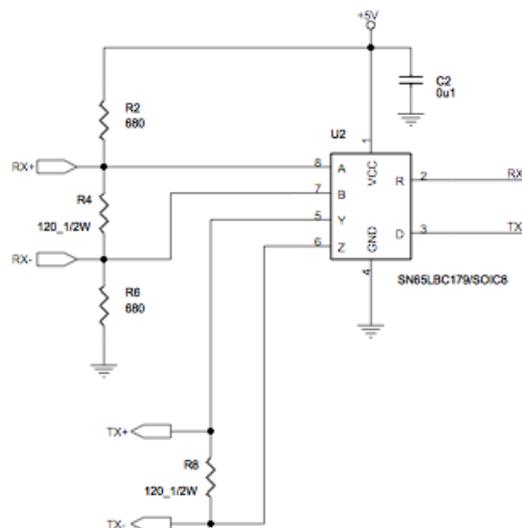


Figura 15: interfaccia RS-485.

Author : Sergio Guardato	Interfaccia RS-485 per il GPS degli acquisitori Kinematics.	Status: V. 1.2
Tel. : +39/081.242.03.36	Rev. Date: 18.07.2007	Page 25/45
Version : V. 1.0		

Un circuito del tutto equivalente è stato progettato per la coppia del segnale differenziale di ingresso (1PPS+ ed 1PPS-) proveniente dal ricevitore GPS, e per la coppia del segnale differenziale di uscita (ON+ ed ON-) necessaria per l'accensione da remoto del ricevitore GPS (che in condizioni normali di funzionamento consuma una corrente di circa 100mA).

A valle del segnale 1PPS ricevuto è presente un diodo led di segnalazione che, lampeggiando ad una frequenza di 1Hz, mostra il corretto stato di funzionamento del ricevitore GPS esterno.

Author : Sergio Guardato	Interfaccia RS-485 per il GPS degli acquisitori Kinematics.	Status: V. 1.2
Tel. : +39/081.242.03.36		
Version : V. 1.0	Rev. Date: 18.07.2007	Page 26/45

5.1.3 Traslatori di livello

Come anzidetto, i circuiti line-receiver di interfaccia sul bus RS-485 installati su questa scheda presentano in uscita segnali con livelli logici TTL standard. Dal momento che l'interfaccia al ricevitore GPS-M12 del Q330 è stata progettata per poter dialogare con quest'ultimo attraverso una porta seriale con livelli TTL a +3V, anziché standard, è necessario adattare i segnali ricevuti (RX ed 1PPS) a tali livelli logici di tensione.

Per consentire il dialogo tra Q330 e ricevitore GPS pertanto, si è fatto uso di una coppia di circuiti integrati siglati SN74CB3T1G125 prodotti dalla Texas Instruments[®]. Si tratta di un singolo switch realizzato con FET, alimentato a +3V, capace anche di svolgere funzioni di traslatore di livello di tensione.

In figura è riportata la tabella di verità con il diagramma logico.

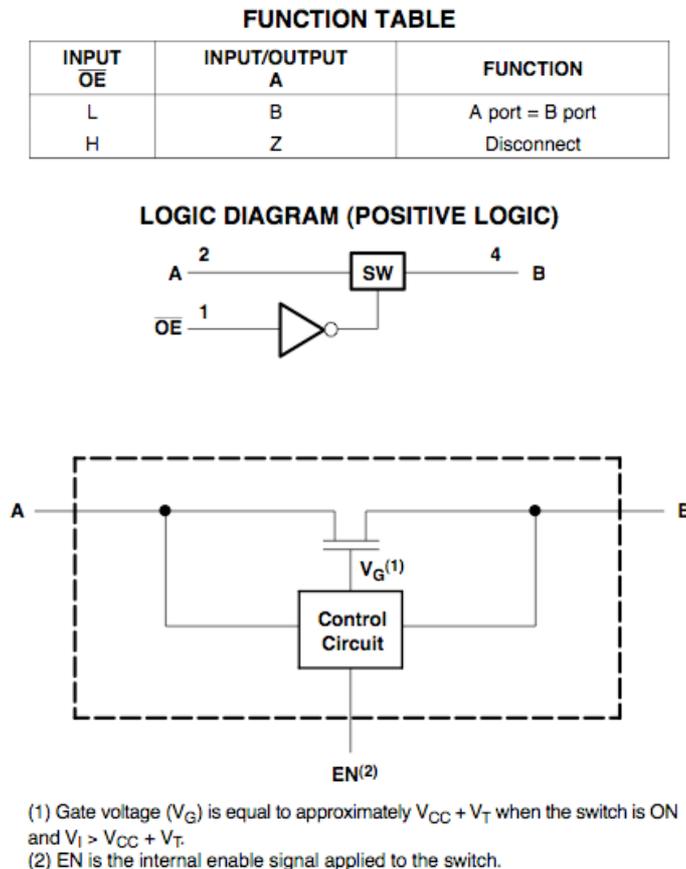


Figura 16: SN74CB3T1G125 function.

Author : Sergio Guardato	Interfaccia RS-485 per il GPS degli acquisitori Kinometrics.	Status: V. 1.2
Tel. : +39/081.242.03.36		Page 27/45
Version : V. 1.0	Rev. Date: 18.07.2007	

Il dispositivo agisce come interruttore singolo ad 1 bit (bidirezionale) su di un qualunque bus con livelli logici capaci di tollerare tensioni sino a $+5V$ pur essendo alimentati a $+3V$. Esso inoltre presenta un pin di abilitazione in ingresso molto utile per lasciare l'uscita (pin A o B) in uno stato ad alta impedenza che non va a sovraccaricare il bus a cui è connesso quando esso è inutilizzato.

Il dispositivo montato su PCB si presenta nel package SOT23 a cinque pin.

In figura viene mostrata la funzionalità offerta dal circuito integrato.

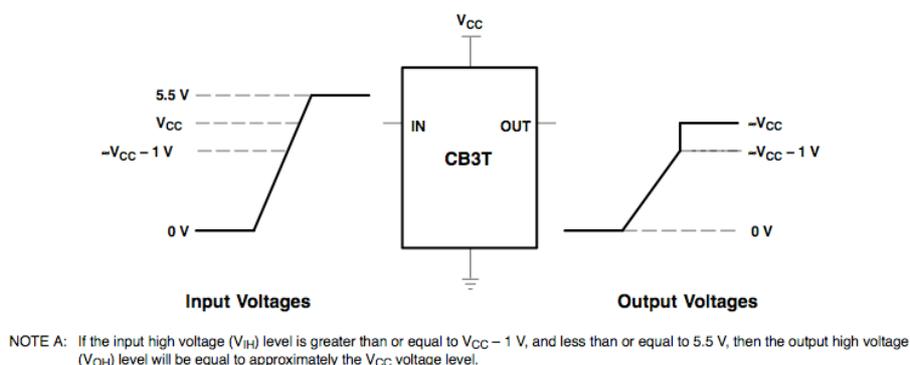


Figura 17: SN74CB3T1G125 caratteristica di funzionamento.

Author : Sergio Guardato	Interfaccia RS-485 per il GPS degli acquisitori Kinometrics.	Status: V. 1.2
Tel. : +39/081.242.03.36		
Version : V. 1.0	Rev. Date: 18.07.2007	Page 28/45

Tra le caratteristiche salienti del circuito occorre porre in evidenza le seguenti:

- bassa resistenza offerta tra ingresso e uscita ($r_{ON} = 5\Omega$);
- ingressi protetti con diodi limitatori;
- bassissima corrente assorbita di $20\mu A$ (max);
- protezione contro le sovracorrenti.

La tabella seguente illustra le condizioni operative del circuito integrato.

		MIN	MAX	UNIT	
V_{CC}	Supply voltage	2.3	3.6	V	
V_{IH}	High-level control input voltage	$V_{CC} = 2.3 \text{ V to } 2.7 \text{ V}$	1.7	5.5	V
		$V_{CC} = 2.7 \text{ V to } 3.6 \text{ V}$	2	5.5	
V_{IL}	Low-level control input voltage	$V_{CC} = 2.3 \text{ V to } 2.7 \text{ V}$	0	0.7	V
		$V_{CC} = 2.7 \text{ V to } 3.6 \text{ V}$	0	0.8	
V_{IO}	Data input/output voltage	0	5.5	V	

Tabella 6: SN74CB3T1G125 condizioni operative.

Nelle figure che seguono vengono riportati i grafici delle performance dinamiche del dispositivo.

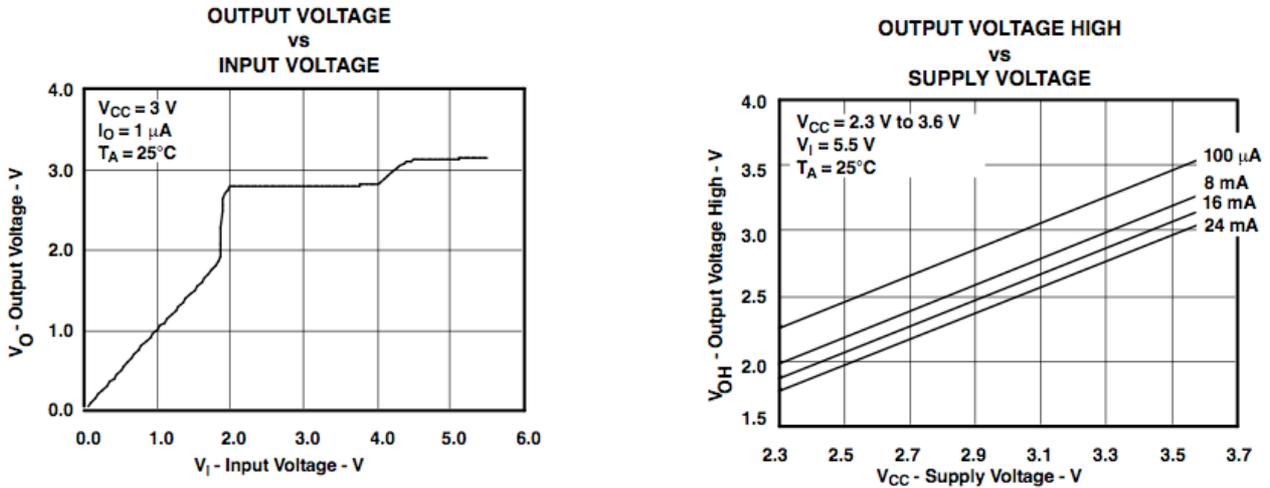


Figura 18: SN74CB3T1G125 transcaratteristica.

Il dispositivo è stato montato nella configurazione visibile nella figura seguente dove è anche presente un resistore di pull-up a +3V.

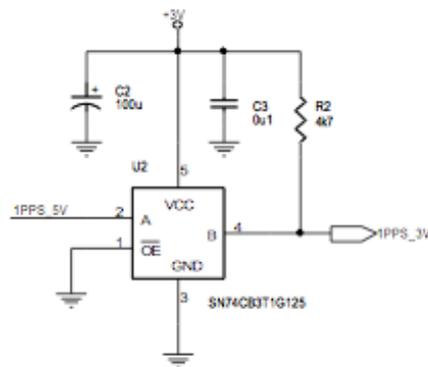


Figura 19: traslatore di livello.

Un circuito del tutto equivalente è stato progettato per il segnale di ingresso RX proveniente dal ricevitore GPS.

Note per l'acquisitore K2 della serie Altus.

In questo caso i circuiti traslatori di livello non sono presenti. Infatti, qui si necessita della sola coppia dei circuiti di line-driver/receiver su bus RS-485, poiché il ricevitore GPS (ACEIII) è dotato di un interfaccia seriale di comunicazione con livelli TTL standard a +5V.

Author : Sergio Guardato	Interfaccia RS-485 per il GPS degli acquisitori Kinometrics.	Status: V. 1.2
Tel. : +39/081.242.03.36		
Version : V. 1.0	Rev. Date: 18.07.2007	Page 30/45

5.1.4 Cavi e connettori

Di seguito è mostrato lo schema di costruzione del cavetto di segnale necessario al collegamento interno dell'acquisitore con l'interfaccia esterna su bus RS-485 (lato acquisitore). Si tratta di un cavo flat a 10 fili con passo di 0.635mm e lungo 20cm circa da installare all'interno dell'acquisitore Q330. Questo è da un lato saldato direttamente al connettore DB9F a tenuta montato sul pannello laterale destro del Q330; dall'altro lato viene crimpato con un connettore socket (tipo *SamTech*[®], FTSH-105-D2-L-DS socket) a 10 pin disposti su due file con passo 1.27mm e che va collegato al corrispondente header presente sul PCB del Q330 ed originariamente connesso al ricevitore GPS-M12 interno attraverso apposito cavetto dello stesso tipo.

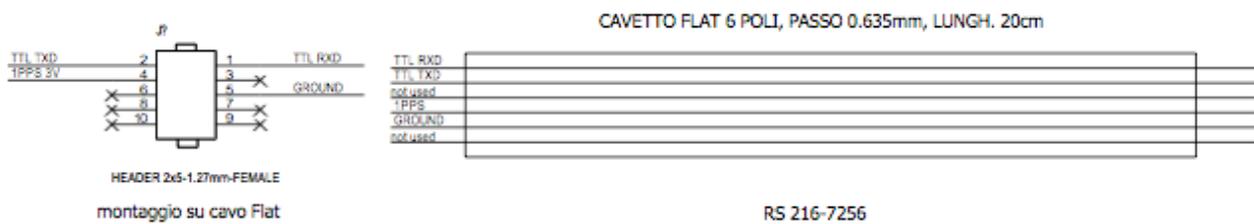


Figura 20: cavetto di connessione della scheda di interfaccia al Q330.

Note per l'acquisitore K2 della serie Altus.

In questo caso il cavetto flat di collegamento non è presente perché si sfrutta quello interno al datalogger K2 che originariamente collegava il ricevitore GPS (ACEIII) all'interfaccia seriale di comunicazione presente su un'opportuna scheda interna.

Author : Sergio Guardato	Interfaccia RS-485 per il GPS degli acquisitori Kinematics.	Status: V. 1.2
Tel. : +39/081.242.03.36		Page 31/45
Version : V. 1.0	Rev. Date: 18.07.2007	

5.2 Lato ricevitore GPS

Nella foto che segue viene mostrato il circuito di interfaccia che gestisce i dati acquisiti dal ricevitore GPS prelevato dal Q330 (ed i comandi ad esso indirizzati) da trasmettere (ricevere) all'acquisitore Q330 (modificato) mediante cavo di collegamento seriale su bus RS-485, ed una tabella riassuntiva delle specifiche tecniche dello stesso.

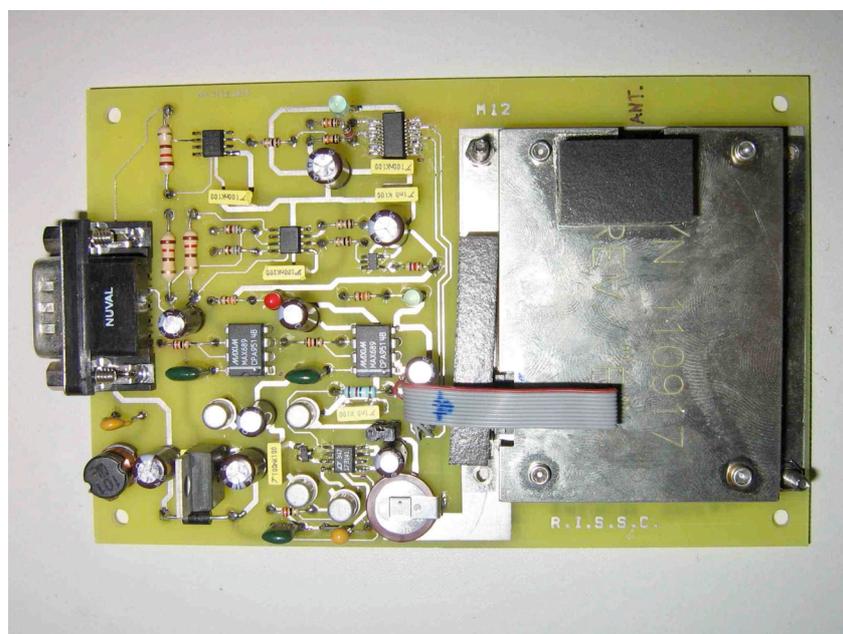


Figura 21: GPS-485 (lato ricevitore GPS).

Alimentazione	8 ÷ 14Vdc
Assorbimento	40mA @12Vdc (ricevitore GPS spento)
Data Rate	sino a 100Kbps per lunghezze su cavo inferiori a 1200m
Connettori	DB9 Male (lato cavo) MMCX plug (antenna GPS)
Monitor leds	GPS Power, 1PPS
Contenitore	Box plastico
Peso	80 grammi (ricevitore GPS escluso)
Dimensioni	150x80x20 mm

Tabella 7: caratteristiche tecniche (lato ricevitore GPS).

Author : Sergio Guardato	Interfaccia RS-485 per il GPS degli acquisitori Kinematics.	Status: V. 1.2
Tel. : +39/081.242.03.36		
Version : V. 1.0	Rev. Date: 18.07.2007	Page 32/45

Anche per questa scheda l'alimentazione è esterna e può essere prelevata da una comune batteria a 12V. Lo stadio d'ingresso del circuito di alimentazione è protetto con un fusibile autoripristinante contro eventuali corto circuiti o altre anomalie; è inoltre presente anche una protezione con diodi contro eventuali inversioni accidentali di polarità dell'alimentazione. Sono invece presenti tre regolatori di tensione di tipo switching del tutto uguali a quelli per la scheda di interfaccia lato acquirente. Uno di essi fornisce l'alimentazione a +5V per i circuiti line-driver/receiver per il bus RS-485. Gli altri due regolatori di tensione a +3V, forniscono l'alimentazione per il traslatore di livelli da +5V a +3V per i segnali trasmessi dal modulo GPS verso l'acquirente, e per l'alimentazione dell'antenna attiva per il GPS.

Lo schema elettrico adottato per la sezione di alimentazione è del tutto simile a quello presentato per la scheda di interfaccia lato acquirente con le opportune considerazioni precedentemente fatte.

In aggiunta, figura un circuito di monitoraggio (descritto nel paragrafo successivo) per la carica di una batteria tampone al litio, di mantenimento dei dati ricevuti dal modulo GPS nel caso dovesse mancare l'alimentazione esterna.

Allo stesso modo, anche i circuiti line-driver/receiver di interfaccia sul bus RS-485 in questa scheda vengono usati per consentire il dialogo tra il ricevitore GPS e l'acquirente remoto. In particolare si tratta di adattare i segnali differenziali trasmessi all'acquirente (TX+, TX-, 1PPS+ ed 1PPS-) a livelli logici TTL standard e poi adattarli, come descritto nel paragrafo successivo, a livelli logici TTL a +3V. Analogo discorso, ma in senso opposto, va fatto per adattare i segnali differenziali di comando trasmessi dall'acquirente al ricevitore GPS (RX+, RX-, ON+ ed ON-) ed al circuito di abilitazione dell'alimentazione da livelli logici TTL a +3V a livelli differenziali su bus RS-485.

La coppia di dispositivi integrati montati è del tutto simile a quella utilizzata per la scheda di interfaccia su bus RS-485 lato acquirente con gli opportuni scambi sui segnali di I/O.

Anche in questo caso, i segnali necessari al dialogo con il ricevitore GPS devono essere convertiti a +3V. Quindi è utilizzata una coppia di traslatori di livello di tensione, del tutto identica a quella progettata per la scheda di interfaccia lato acquirente con eccezione del fatto che i segnali da trattare sono RX e POWER_ENABLE (ON).

Note per l'acquirente K2 della serie Altus.

In questo caso si necessita di un singolo regolatore switching a +5V ed i circuiti traslatori di livello non sono presenti, in accordo con le considerazioni precedentemente fatte.

Author : Sergio Guardato	Interfaccia RS-485 per il GPS degli acquirenti Kinematics.	Status: V. 1.2
Tel. : +39/081.242.03.36		
Version : V. 1.0	Rev. Date: 18.07.2007	Page 33/45

5.2.1 Circuito per la batteria tampone

Il circuito di monitoraggio per la carica di una batteria tampone di mantenimento al litio a 3V, necessario al mantenimento dei dati ricevuti dal GPS nel caso dovesse mancare l'alimentazione esterna, è incentrato attorno al dispositivo integrato siglato LTC1731 prodotto dalla Linear Technology®. Si tratta di un controllore lineare a corrente e tensione costanti di carica per una batteria agli ioni di litio.

Tra le caratteristiche salienti del circuito occorre porre in evidenza l'accuratezza dell'1% per la tensione di carica e la possibilità di programmare la corrente di carica della batteria.

Il dispositivo si presenta con il package plastico SO-8 mostrato in figura.

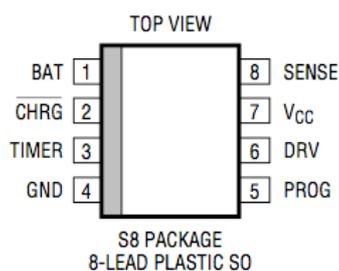


Figura 22: LT1731 package SO-8.

Author : Sergio Guardato	Interfaccia RS-485 per il GPS degli acquisitori Kinematics.	Status: V. 1.2
Tel. : +39/081.242.03.36		
Version : V. 1.0	Rev. Date: 18.07.2007	Page 34/45

Nella tabella che segue sono mostrate le caratteristiche tecniche del dispositivo.

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
V _{CC}	Input Supply Voltage		● 4.5		12	V	
I _{CC}	Input Supply Current	Charger On, Current Mode Shutdown Mode Sleep Mode (Battery Drain Current)	●	1 1 7	3 2 20	mA mA μA	
V _{BAT}	Regulated Output Voltage	LTC1731-4.1 (5V ≤ V _{CC} ≤ 12V) LTC1731-4.2 (5V ≤ V _{CC} ≤ 12V)	● ●	4.059 4.158	4.1 4.2	4.141 4.242	V V
I _{BAT}	Current Mode Charge Current	R _{PROG} = 19.6k, R _{SENSE} = 0.2Ω R _{PROG} = 19.6k, R _{SENSE} = 0.2Ω R _{PROG} = 97.6k, R _{SENSE} = 0.2Ω	●	465 415 70	500 585 100	535 130	mA mA mA
I _{TRIKL}	Trickle Charge Current	V _{BAT} = 2V, R _{PROG} = 19.6k, I _{TRIKL} = (V _{CC} - V _{SENSE})/0.2Ω	●	30	50	100	mA
V _{TRIKL}	Trickle Charge Threshold Voltage	From Low to High	●	2.35	2.457	2.55	V
V _{UV}	V _{CC} Undervoltage Lockout Voltage	From Low to High	●		4.1	4.5	V
ΔV _{UV}	V _{CC} Undervoltage Lockout Hysteresis				200		mV
V _{MSD}	Manual Shutdown Threshold Voltage	PROG Pin Low to High PROG Pin High to Low			2.457 2.446		V V
V _{ASD}	Automatic Shutdown Threshold Voltage	(V _{CC} - V _{BAT}) High to Low (V _{CC} - V _{BAT}) Low to High		30 40	54 69	90 100	mV mV
V _{DIS}	Voltage Mode Disable Threshold Voltage	V _{DIS} = V _{CC} - V _{TIMER}	●			0.4	V
I _{PROG}	PROG Pin Current	Internal Pull-Up Current, No R _{PROG}			2.5		μA
	PROG Pin Load Regulation	PROG Pin Source Current, ΔV _{PROG} ≤ 5mV	●	300			μA
V _{PROG}	PROG Pin Voltage	R _{PROG} = 19.6k			2.457		V
I _{CHRG}	CHRG Pin Weak Pull-Down Current	V _{CHRG} = 1V		50	100	150	μA
V _{CHRG}	CHRG Pin Output Low Voltage	I _{CHRG} = 5mA			0.6	1.2	V
I _{C/10}	End of Charge Indication Current Level	R _{PROG} = 19.6k, R _{SENSE} = 0.2Ω	●	25	50	100	mA
t _{TIMER}	TIMER Accuracy	C _{TIMER} = 0.1μF			10		%
V _{CLAMP}	DRV Pin Clamp Voltage	V _{CLAMP} = V _{CC} - V _{DRV} , I _{DRIVE} = 50μA			6.5		V

Tabella 8: LTC1731 caratteristiche elettriche.

Nelle figure che seguono sono mostrati i grafici di alcune performance dinamiche del circuito integrato.

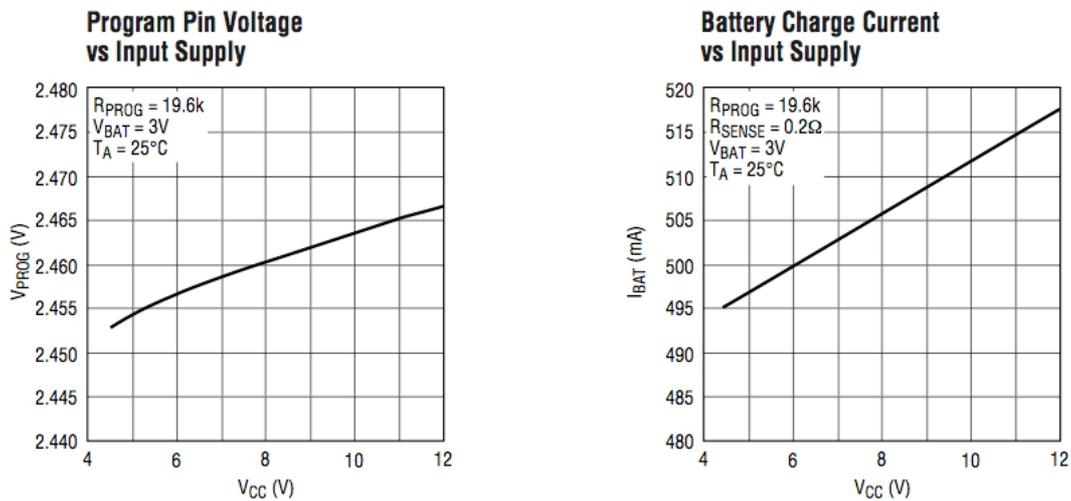


Figura 23: LTC1731 performance dinamiche.

Il dispositivo è stato montato nella configurazione visibile nella figura seguente per la cui descrizione dettagliata si rimanda alla consultazione completa del suo datasheet.

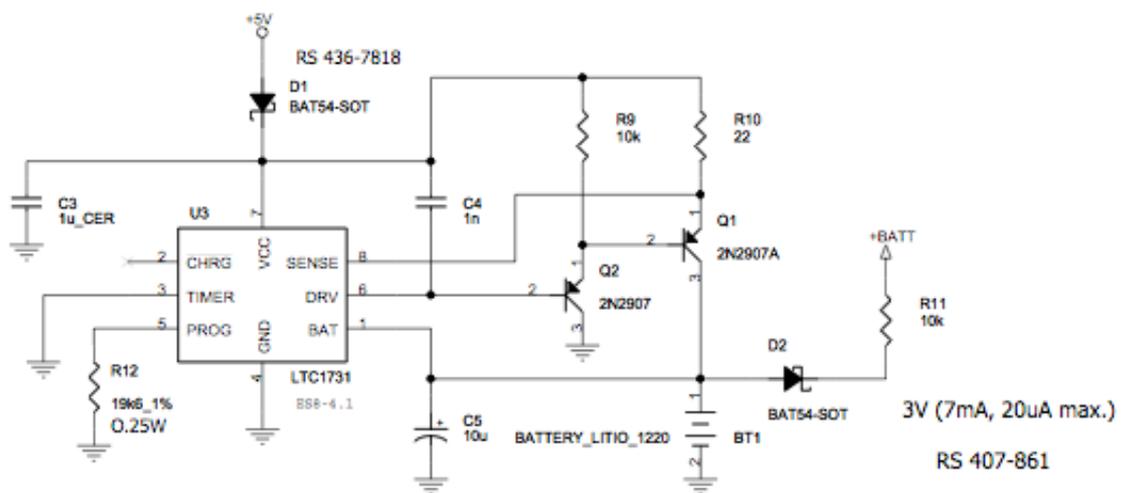


Figura 24: circuito per ricarica batteria litio.

Note per l'acquisitore K2 della serie Altus.

In questo caso si necessita di un regolatore di carica per una batteria a 5V, in accordo con le considerazioni precedentemente fatte per il ricevitore GPS ACEIII dell'acquisitore K2.

Author : Sergio Guardato	Interfaccia RS-485 per il GPS degli acquisitori Kinometrics.	Status: V. 1.2
Tel. : +39/081.242.03.36	Rev. Date: 18.07.2007	Page 36/45
Version : V. 1.0		

5.2.2 Cavi e connettori

Nella figura che segue è mostrato il connettore alloggiato sul modulo ricevitore GPS-M12 dell'acquisitore Q330. Questo è collegato, con cavetto flat a 10 poli (1:1, passo 0.635mm), al PCB della scheda di interfaccia lato ricevitore alla cui ulteriore estremità è crimpato un connettore header dello stesso tipo visto in precedenza e su cui viaggiano sia i segnali ricevuti/trasmessi dal modulo GPS che le alimentazioni.

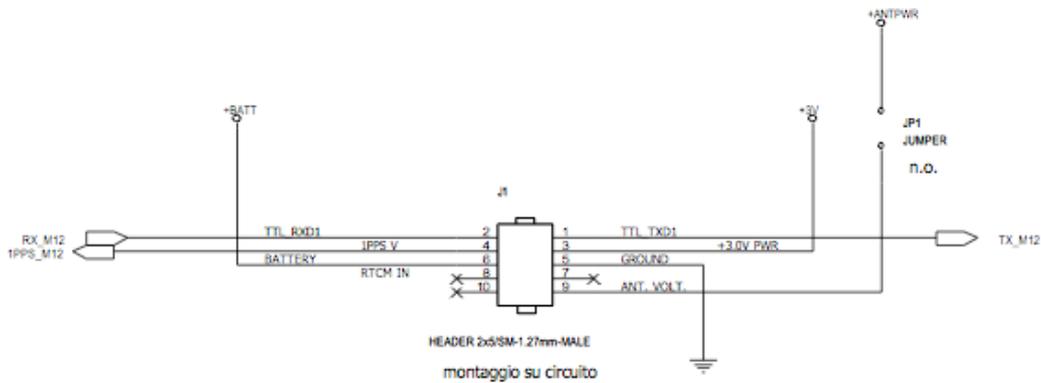


Figura 25: connettore del ricevitore GPS-M12.

Di seguito è mostrato lo schema di costruzione del cavo RF di collegamento del ricevitore GPS esterno con l'antenna attiva.



Figura 26: cavo RF – connessione ricevitore GPS con antenna attiva.

Author : Sergio Guardato	Interfaccia RS-485 per il GPS degli acquisitori Kinematics.	Status: V. 1.2
Tel. : +39/081.242.03.36		Page 37/45
Version : V. 1.0	Rev. Date: 18.07.2007	

Per il ricevitore GPS ACEIII dell'acquisitore K2 il connettore di scambio dati con questo presenta passo 2mm ed è a 8 poli. Il collegamento, pertanto, avviene con cavetto flat a 8 fili con passo 1mm.

In figura viene mostrata la nomenclatura del connettore header denominato J4 presente sulla scheda del ricevitore GPS.

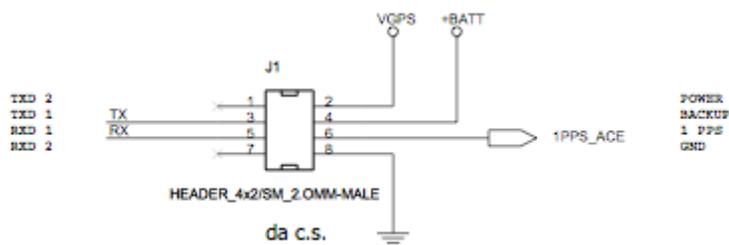


Figura 27: connettore J4 per il ricevitore ACEIII.

Il cavo RF di collegamento del ricevitore GPS esterno con l'antenna attiva viene prelevato dall'acquisitore K2 e riutilizzato per la scheda di interfaccia (lato ricevitore GPS).

Author : Sergio Guardato	Interfaccia RS-485 per il GPS degli acquisitori Kinematics.	Status: V. 1.2
Tel. : +39/081.242.03.36		
Version : V. 1.0	Rev. Date: 18.07.2007	Page 38/45

5.3 Indicatori di stato

Su entrambi i circuiti stampati delle schede di interfaccia sono alloggiati due diodi led dello stesso tipo a basso consumo ($<1mA$) ed elevata efficienza luminosa, di diametro pari a $3mm$ e di colori diversi tra loro, indicanti lo stato di funzionamento del dispositivo.

Nella figura seguente sono mostrate alcune delle caratteristiche dei diodi *led* usati, mentre nella tabella a seguire sono mostrate le funzionalità degli stessi per i vari stati di funzionamento dei moduli.

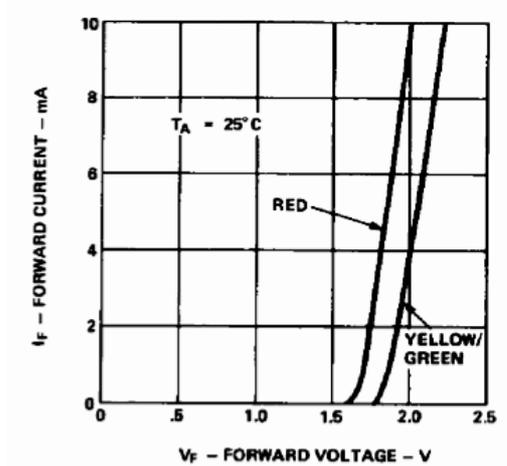
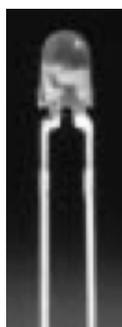


Figura 28: foto e caratteristica V-I dei diodi led.

La descrizione degli stati del sistema è valida (con gli opportuni scambi trasmissione/ricezione) per entrambi i circuiti di interfaccia RS-485.

Il diodo *led* di alimentazione di colore rosso denominato **GPS_Power** è acceso quando, tramite apposito comando con il software di controllo del Q330 denominato Willard®, si invia un comando di accensione da remoto del GPS o quando esso è configurato in maniera opportuna.

Author : Sergio Guardato	Interfaccia RS-485 per il GPS degli acquisitori Kinematics.	Status: V. 1.2
Tel. : +39/081.242.03.36		
Version : V. 1.0	Rev. Date: 18.07.2007	Page 39/45

In figura si può notare come è settato il GPS all'interno del form del programma.

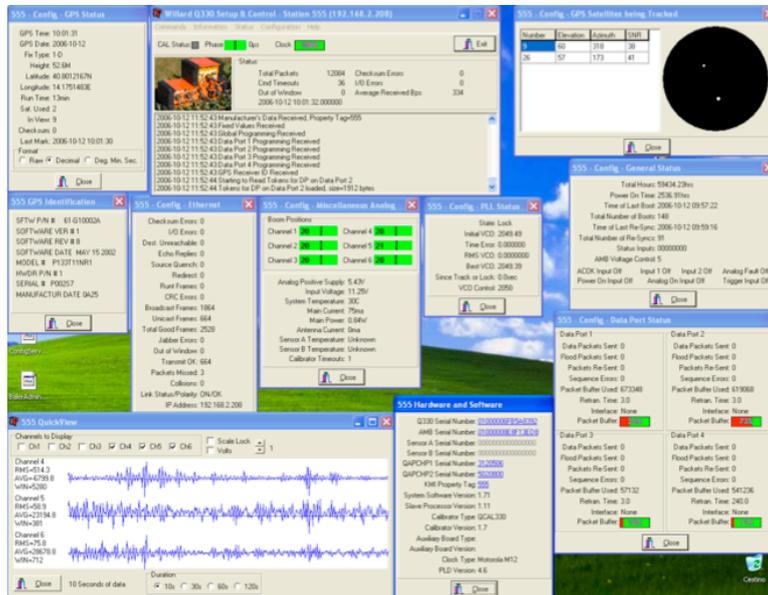


Figura 29: GPS settings (Q330-Willard configuration).

Il diodo *led* di segnalazione di colore arancio, denominato **1PPS**, lampeggia alla frequenza di $1Hz$ e riflette la presenza del segnale digitale (onda quadra) presente sulle linee di trasmissione differenziali denominate 1PPS+ ed 1PPS- (per il modulo GPS-485 lato acquirettore questo diodo led è associato a linee di ricezione differenziali denominate allo stesso modo).

La tabella seguente raggruppa in sintesi quanto appena detto.

Name	Colour	Status		
		On	Off	Flash
GPS_Power	red	GPS on	GPS off	n/a
1PPS	orange	n/a	1PPS absence	1PPS present

Tabella 9: indicatori di stato.

5.4 Interconnessioni elettriche

La scheda di interfaccia per bus RS-485 lato ricevitore GPS è provvista di un connettore DB9M montato sul circuito stampato e sul quale sono disponibili i segnali differenziali per la trasmissione dei dati GPS (TX+ e TX-), la trasmissione del segnale logico 1PPS (1PPS+ ed 1PPS-) e la ricezione di comandi destinati al modulo ricevitore GPS-M12 (RX+ ed RX-) provenienti dall'acquisitore, nonché di una coppia di segnali in ricezione (ON+ ed ON-) di abilitazione che comandano a distanza l'accensione e lo spegnimento parziale dei moduli tramite il software Willard.

La figura che segue mostra lo schematico del connettore in questione.

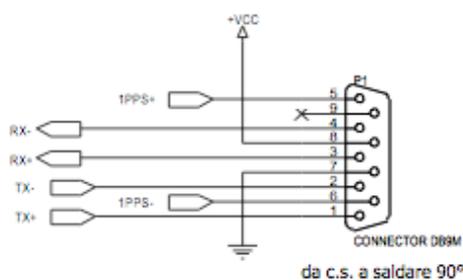


Figura 30: connettore P1 (lato ricevitore GPS).

La scheda è dotata anche di un connettore (tipo *SamTech*[®], FTSH-105-D2-L-DH header) montato sul circuito stampato sul quale sono disponibili i segnali logici (TTL +3V, negative logic) per la trasmissione dei dati GPS (TX) e del segnale logico 1PPS dal modulo GPS-M12, con la ricezione dei comandi destinati al modulo ricevitore GPS (RX) provenienti dall'acquisitore Q330 dopo la conversione da livello RS-485, nonché di una linea di abilitazione che comanda a distanza l'accensione e lo spegnimento parziale dei moduli tramite software Willard.

La descrizione del connettore è stata già data nella Tabella 2 riportata nelle pagine precedenti.

La scheda di interfaccia per bus RS-485 lato acquisitore è provvista di due connettori DB9 (M/F) montati sul circuito stampato e sui quali sono disponibili i segnali differenziali per la trasmissione dei comandi destinati al ricevitore GPS (TX+ e TX-), la ricezione del segnale di temporizzazione 1PPS

Author : Sergio Guardato Tel. : +39/081.242.03.36	Interfaccia RS-485 per il GPS degli acquisitori Kinematics.	Status: V. 1.2
Version : V. 1.0	Rev. Date: 18.07.2007	Page 41/45

(1PPS+ ed 1PPS-) e la ricezione dei dati destinati all'acquisitore (RX+ ed RX-) provenienti dal ricevitore GPS, nonché di una coppia di segnali in trasmissione (ON+ ed ON-) di abilitazione che comandano a distanza l'accensione e lo spegnimento parziale dei moduli tramite il software Willard.

In figura sono mostrati gli schematici dei connettori appena descritti.

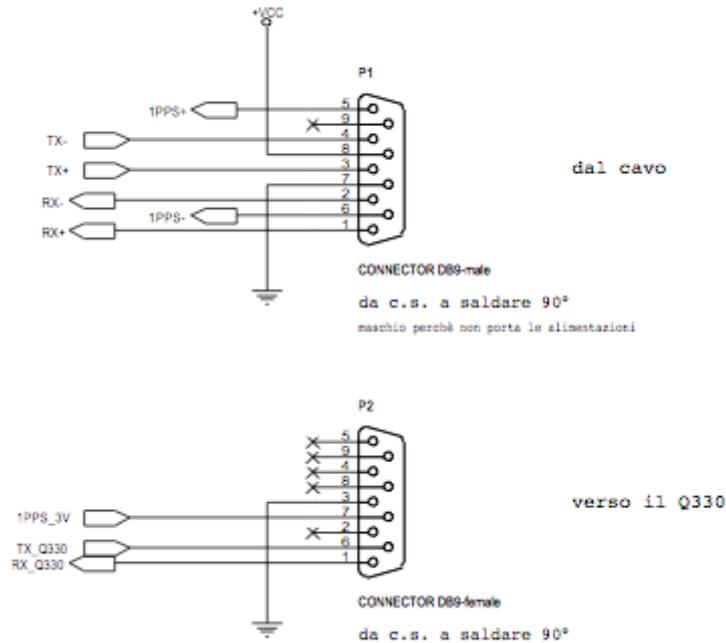


Figura 31: connettori P1 e P2 (lato acquisitore).

Infine, viene riportato lo schematico del connettore DB9F a tenuta installato sul pannello del Q330 sul quale viene saldato, come anzidetto, un cavetto di collegamento al PCB interno del Q330. Esternamente, il collegamento alla scheda di interfaccia (lato acquisitore) avviene per mezzo di un normale cavo ad otto fili (del tipo 1:1).

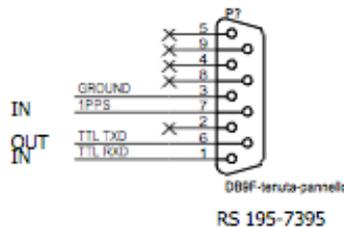


Figura 32: connettore DB9F a tenuta su pannello.

Author : Sergio Guardato	Interfaccia RS-485 per il GPS degli acquisitori Kinematics.	Status: V. 1.2
Tel. : +39/081.242.03.36		Page 42/45
Version : V. 1.0	Rev. Date: 18.07.2007	

6. Test e collaudi

Le operazioni di test e collaudo sono state limitate alla sola osservazione del corretto funzionamento del sistema, installato secondo le modalità precedentemente illustrate, ed alla verifica all'oscilloscopio dei dati GPS ricevuti a valle del sistema dall'acquisitore.

Con l'ausilio di un oscilloscopio digitale, il cui setup è visibile nelle figure successive, è stato dapprima misurato il livello del segnale 1PPS a valle di tutta l'elettronica (sul connettore DB9F a tenuta dell'acquisitore). Dopo aver constatato che il diodo led 1PPS oscillava alla frequenza di un secondo, ne è stata fatta la sua misura all'oscilloscopio che viene riportata nella figura seguente.

E' stata eseguita poi la misura sui segnali dei dati RS-485 ricevuti dal GPS e disponibili a valle per l'acquisitore. In Figura 34 sono riportate le misure eseguite sulle coppie differenziali RX+ ed RX- (livelli RS-485) rispetto a massa.

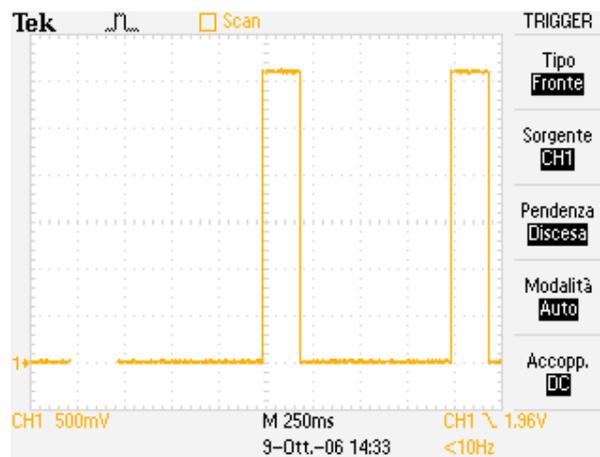


Figura 33: impulso 1PPS ricevuto dall'acquisitore (ampiezza 3.3V, width 250ms).

Author : Sergio Guardato	Interfaccia RS-485 per il GPS degli acquisitori Kinematics.	Status: V. 1.2
Tel. : +39/081.242.03.36		Page 43/45
Version : V. 1.0	Rev. Date: 18.07.2007	

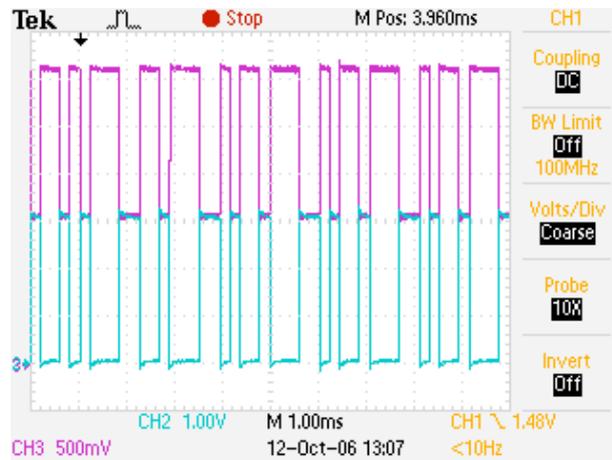


Figura 34: misura sulle linee differenziali di ricezione (RX+ ed RX-: lato acquirente).

Per completezza sono riportate le misure eseguite sulla linea di trasmissione dati (TX) direttamente in uscita dal ricevitore GPS e diretti all'acquirente, nonché quella relativa alla misura dei comandi inviati dall'acquirente e destinati al ricevitore GPS.

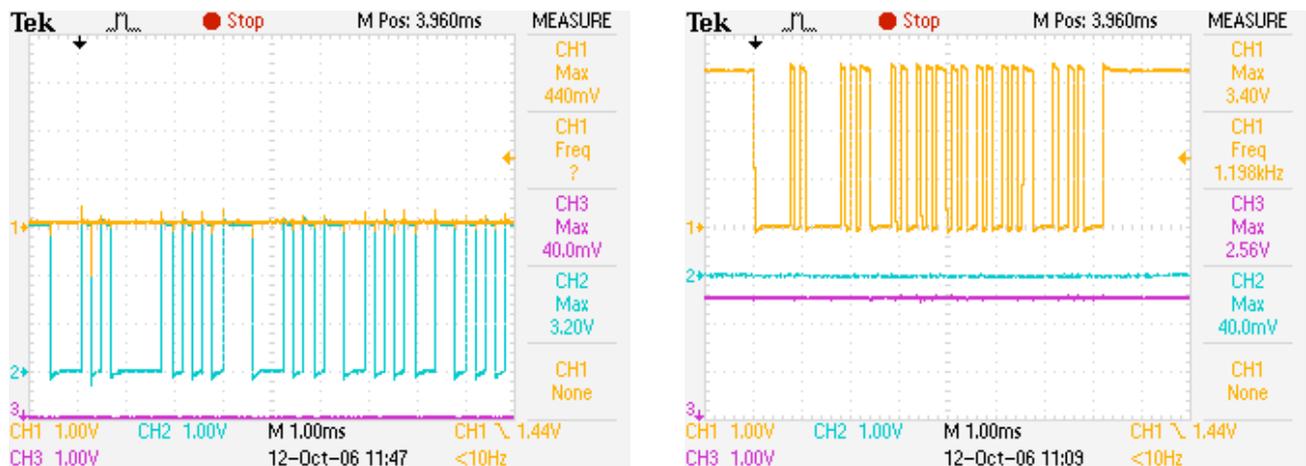


Figura 35: misure sulla linea TX (TTL 3V) in uscita dal GPS-M12 e sulla linea di comando TX diretti al modulo GPS (lato acquirente, TTL 3V).

Author : Sergio Guardato	Interfaccia RS-485 per il GPS degli acquirenti Kinematics.	Status: V. 1.2
Tel. : +39/081.242.03.36		Page 44/45
Version : V. 1.0	Rev. Date: 18.07.2007	

Bibliografia

- (1) M12_motorola_oncore_AN.pdf – *Preliminary 31/3/1999.*
 - (2) M12.pdf – *Rev. 1.00 del 27/7/1999.*
 - (3) ACEIII GPS.pdf – *2000.*
 - (4) ACEIII GPS Manual.pdf – *Rev. A del giugno 2000.*
-

Author : Sergio Guardato	Interfaccia RS-485 per il GPS degli acquirenti Kinometrics.	Status: V. 1.2
Tel. : +39/081.242.03.36		
Version : V. 1.0	Rev. Date: 18.07.2007	Page 45/45