

Tracking automatico dei satelliti artificiali con Commodore C-64

L'articolo originale di DK1HB, Dr. Jurgen Hocke è comparso su AMSAT-DL Journal Nov/Dic 1986 e il programma relativo è stato scritto per il computer ATARI 800-XL. Peraltro, tutta la parte hardware si presta bene anche per il Commodore 64 o qualsiasi altro computer. L'AMSAT-DL attualmente vende perciò il circuito stampato e il programma per l'ATARI 800-XL, computer quasi sconosciuto da noi.

Successivamente un OM tedesco di cui ci manca il nominativo, ha utilizzato la stessa scheda e ha riscritto il programma in Basic per il C-64. Guido Cazzola IK4ACQ si è procurato il programma e la scheda ed ha ottenuto risultati soddisfacenti; Reinhard Hanselmann, ha poi tradotto l'articolo originale di AMSAT-DL Journal 2/86, che qui si riporta parzialmente nelle parti essenziali.

Pubblichiamo volentieri questo articolo per premiare l'opera disinteressata di IK4ACQ e I61QU, che si sono prodigati per divulgare l'informazione tecnica e la sperimentazione effettuata con tanto successo e passione. Secondo lo spirito radiantistico, essi desiderano che i proventi dell'hardware e del software vadano totalmente a beneficio dell'AMSAT.

L'AMSAT-Italia è entrata in possesso via AMSAT-DL di dieci circuiti stampati relativi all'hardware per il tracking automatico e si è procurata anche il relativo programma. Si consiglia pertanto chi volesse realizzare detto sistema di tracking di procurarsi prima quest'ultimo e poi il circuito stampato, disponibili entrambi presso la Segreteria (c/o Fulvio Ongaro IV3IBX - Via Spilimbergo 206 - 33034 Fagnana UD - tel. 0432 800484).

Il circuito è di piena affidabilità e se ne raccomanda l'uso specialmente a quegli OM che lavorano i satelliti a bassa orbita (LEO) come OSCAR-20. Questo satellite ha un transponder digitale che lavora molto bene e l'avere un sistema di inseguimento automatico rappresenta un vantaggio notevole. Affrettatevi dunque a richiedere le schede, che essendo solo dieci finiscono presto. Se la richiesta sarà superiore alle aspettative, ordineremo altri circuiti stampati presso l'AMSAT-DL. Per il programma su disco, non ci sono problemi di fornitura, via AMSAT-Italia, appunto. Buon lavoro a tutti.

Rotor Interface für automatische Bahnverfolgung mit ATARI 800-XL

Dr. Jurgen Hocke DK1HB

Traduzione da AMSAT - Journal Nov.-Dic. 1986
a cura di I61QU Reinhard Hanselmann

Per l'inseguimento automatico con le nostre antenne dei satelliti OSCAR-10, OSCAR-13 e di quelli polari, sia in azimuth come in elevazione è necessaria una "interfaccia rotori" la quale faccia da tramite tra il calcolatore (C-64) ed i rotori di antenna (**fig. 1**).

In passato sono stati presentati numerosi progetti d'inseguimento dei satelliti, con relativo azionamento di rotori, a volte seguendo sentieri più o meno tortuosi di hardware/software che cercavano di risolvere il problema. Nel seguente articolo si descrive una "Tracking Interface" per il C-64.

Tutto si può costruire con un minimo di hardware, ed il sistema è in grado di eseguire in tempo reale l'inseguimento, sia in azimuth che in elevazione.

Descrizione del funzionamento

I valori di riferimento orbitale sono calcolati dal programma principale, mentre i valori di azimuth ed elevazione vengono calcolati tramite una routine chiamata "ROTOR" e sono trasferiti all'interfaccia sotto forma di bit seriali. Dopo il cambio seriale-parallelo e la trasformazione digitale-analogica, questo valore viene paragonato con la

tensione esistente sul cursore del potenziometro del rotore; si produce così un segnale di errore che può essere positivo o negativo. A seconda del segno dell'errore, viene avviato il movimento rotativo dei motori in senso orario o antiorario per l'azimuth oppure alto-basso per l'elevazione. Questo movimento continua finché le due tensioni, quella di riferimento, calcolata dal computer, e quella di feedback, presente sul cursore del potenziometro, si equivalgono secondo una prestabilita tolleranza e così l'errore va a zero.

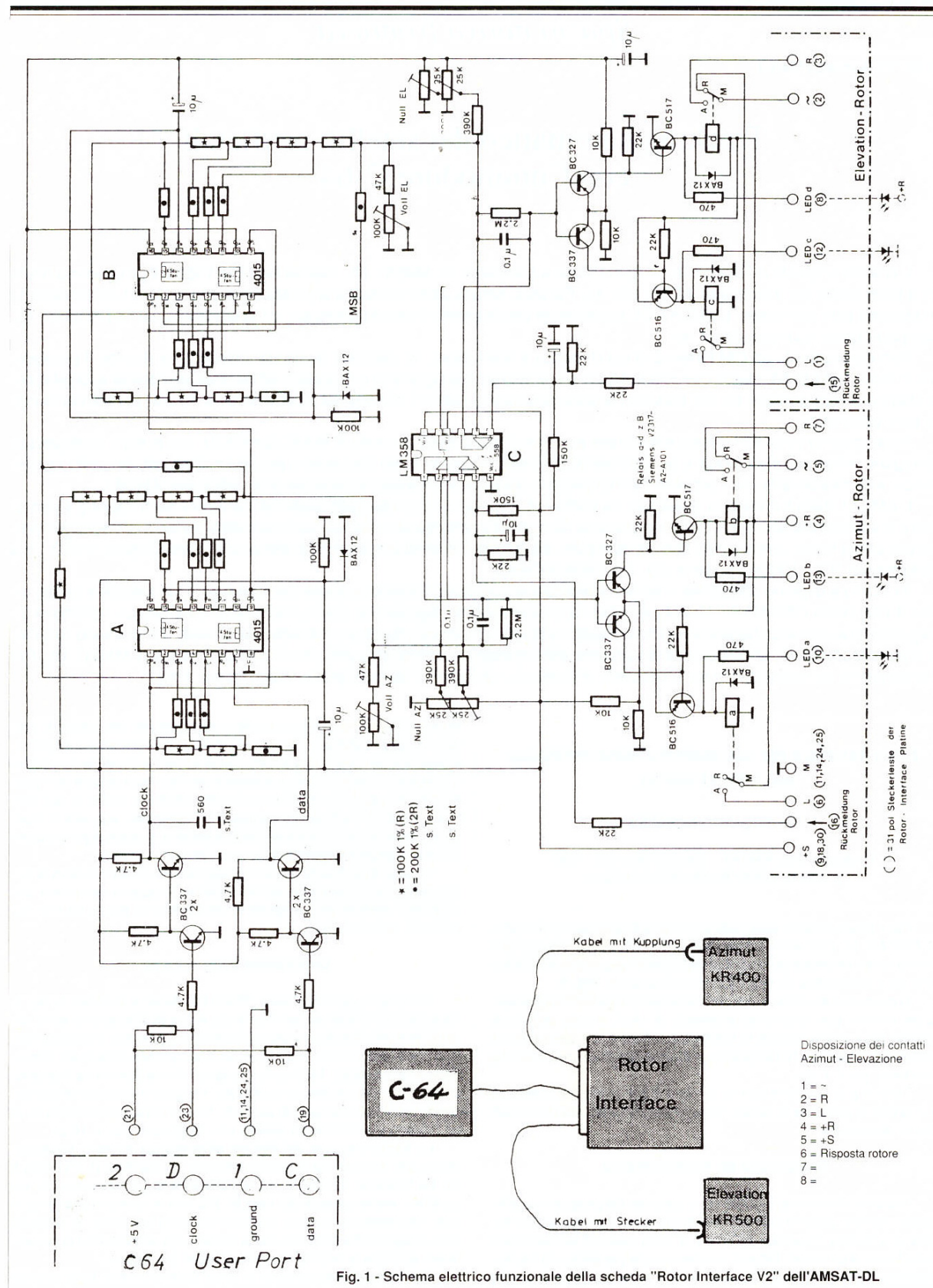
La posizione desiderata è ora raggiunta e quindi il motore si ferma. Non ci sono pendolazioni nel sistema, in quanto esiste una "zona morta" nella quale il segnale di errore è tanto basso da non riuscire ad azionare i relé.

Descrizione dello schema

Lo schema generale della "Rotor Interface" è illustrato in **fig. 1**. I due blocchi funzionali per il controllo Azimuth-Elevazione sono costruiti in modo identico e sono facilmente riconoscibili. Il collegamento al computer avviene tramite un cavetto tripolare schermato (clock, data, +5V e massa). I dati sono contenuti in due blocchi da due byte, dei quali il primo contiene il codice per l'angolo di elevazione ed il secondo quello per l'angolo di azimuth. Questi sono memorizzati su di un registro a scorrimento avente una lunghezza pari a 16 bit.

La trasformazione dal digitale all'analogico avviene separatamente per azimuth ed elevazione tramite un partitore R-2R lungo 8 bit. La tensione di riferimento di posizione angolare, presente sul partitore, viene paragonata nel LM-358 con la tensione presente in quel momento sul cursore del potenziometro del rotore: si produce così il segnale di errore che viene portato agli amplificatori di corrente per eccitare le bobine dei relé attuatori dei motori.

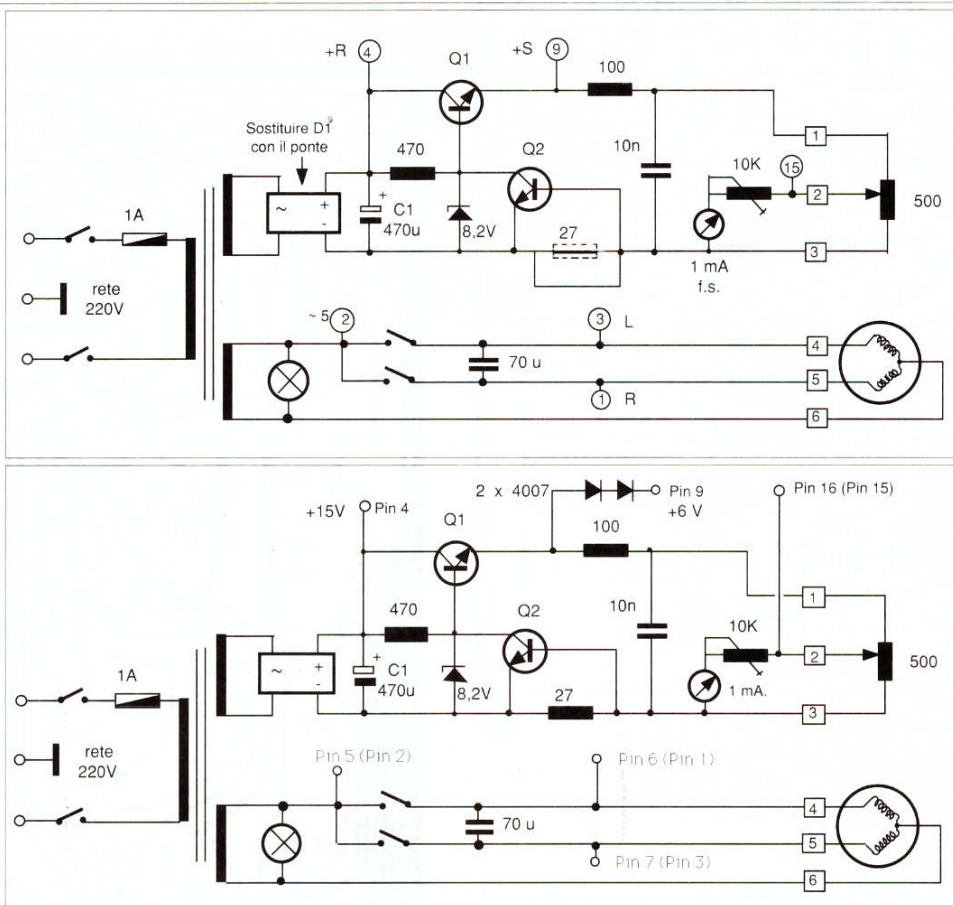
Per calibrare l'escursione di detto potenziometro sono previsti



Spazio nuova frontiera

Fig. 4 - Schema elettrico dei control-box dei motori KR-400 per l'azimuth e KR-500 per l'elevazione. I numeri racchiusi nei cerchietti con le relative lettere a fianco indicano i piedini della morsetteria del Rotor Interface, cui vanno collegati i fili dell'azionamento di elevazione ed alimentazione della scheda. Lo schema di fig. 4A è più esplicitivo ed indica i pin della scheda Rotor Interface sia per alimentare gli azionamenti di azimuth che di elevazione.

Fig. 4 a - Schema elettrico del rotore KR-400 per l'azimuth con i relativi collegamenti all'interfaccia rotori. I pin 1-2-3 fra parentesi provengono dal control-box del KR-500 e vanno alla morsetteria Elevation Rotor. I pin 5-6-7 vanno alla morsetteria Azimuth-Rotor. Il pin 15 rappresenta il cursore del potenziometro KR-500 e va alla morsetteria, al piedino denominato "Rückmeldung-rotor" dell'elevazione. Il pin 16 rappresenta il cursore del potenziometro KR-400 e va alla morsetteria della scheda "Rotor-Interface", al piedino denominato "Rückmeldung-rotor" dell'azimuth. Il pin 9 alimenta con 6 V a c.c. i circuiti della scheda Rotor Interface; il pin 4 con 15 V a c.c. alimenta i relé di attuazione motori.



due trimmer, uno dei quali sarà regolato per la posizione zero gradi, mentre l'altro per i 360 gradi. Cosa analoga avverrà per il rotore di elevazione, ma i valori ora sono zero gradi e 180 gradi (fig. 8).

Le uscite 1 e 7 degli operazionali contenuti nel LM 358 eccitano, attraverso amplificatori in c.c., i relativi relé i quali sostituiscono i pulsanti contenuti nel control-box.

E' da notare che i contatti NO e NC dei relé a-b-c-d sono cablati in modo che a computer disattivato essi non interferiscono sui pulsanti del control-box. Al contrario, quando il computer lavora, è prudente non azionare i pulsanti del control-box. In parallelo a questi relé sono previsti dei led che indicano la relativa eccitazione.

Modifica del control-box sul KR-400 e KR-500

Al control-box sono necessarie alcune modifiche, dato che l'alimentazione dell'interfaccia viene prelevata dallo stesso.

Sostituire il raddrizzatore originale con un ponte di diodi più robusti. La resistenza da 27 ohm viene cortocircuitata per evitare difficoltà di calibrazione estreme orario-antiorario ed alto-basso. Purtroppo con questa modifica viene a mancare la protezione contro un eventuale cortocircuito.

La tensione di esercizio a 15 V per alimentare le bobine dei relé viene prelevata da +R (fig. 4), o da +15V di fig. 4a, e va al pin 4 della scheda "Rotor Interface". La stessa tensione viene poi abbassata a +6 V per il resto del circuito ed è presente su +S di fig. 4 e meglio ancora tramite due diodi in serie su +6 V di fig. 4a. Questa tensione viene portata sui pin 9-18-30 della scheda "Rotor Interface".

Su una parete del control-box vengono montati i connettori maschio e femmina che vanno alla "Rotor Interface".

La descrizione dei pin utilizzati è illustrata sulla morsetteria a 31 pin del disegno in fig. 5. Le tensioni di esercizio per la scheda "Rotor interface" vengono prelevate solo dal control-box di azimuth. Dal control-box di elevazione partiranno soltanto i conduttori che vanno dai pulsanti ai contatti dei relé e il cursore del potenziometro.

Installazione ed uso

I disegni 5 e 6 mostrano il circuito stampato e l'assemblaggio

Tutti i componenti sono montati su un circuito stampato avente standard europeo con connettore a 31 piedini.

I partitori R-2R necessitano di resistenze a film metallico con una tolleranza del 1%, evidenziate nello schema di fig. 1 con cerchietti ed asterischi. Tutte le altre resistenze sono per una dissipazione di 0,125 W (1/8 di watt) al 5% di tolleranza.

L'ingresso clock dei registri a scorrimento è protetto da disturbi sulla rete mediante un condensatore da 560 pF (fig. 1), di cui si può provare a modificare il valore (oppure togliere), ma l'Autore, almeno nel suo caso, ha trovato ottimo il valore suddetto. Si consiglia di non usare valori elevati, perché si avrebbe una modifica della forma d'onda del segnale di clock che provocherebbe notevole imprecisione.

La taratura del circuito così realizzato si limita al posizionamento dei quattro trimmer, che calibrano le posizioni iniziali e finali dei rotori. Al momento dell'accensione i due registri a scorrimento si resettano e nelle rispettive uscite si troverà un livello basso.

La conseguenza sarà quella di portare i motori sulla posizione zero gradi e le lancette dei rispettivi indicatori si muoveranno verso sinistra. Ora con i trimmer a zero Azimuth e zero Elevazione si devono tarare con precisione le rispettive posizioni, osservando gli

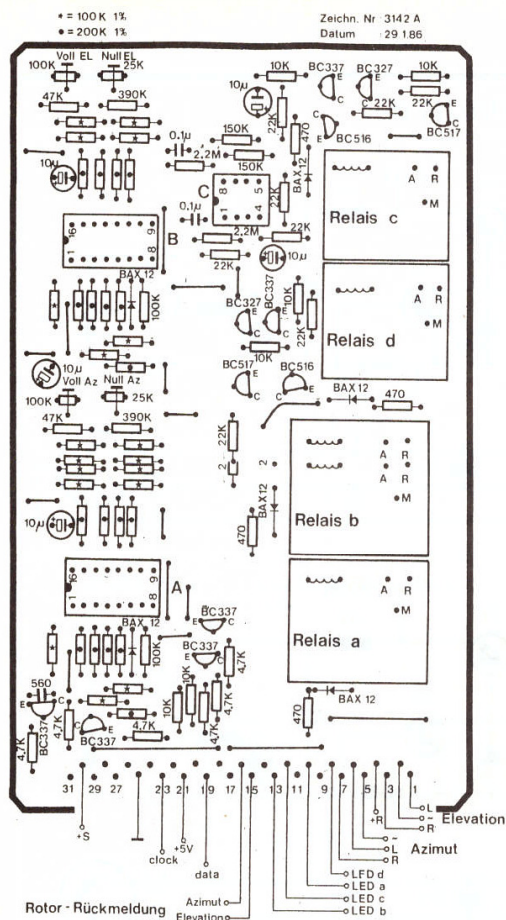


Fig. 5 - Disposizione dei componenti sulla scheda "Rotor-Interface" con indicazione dei collegamenti sul connettore a 31 piedini. I fili che partono da questo connettore vanno al computer C-64 ed ai due control-box del KR-400 e KR-500. Solo l'alimentazione della scheda Rotor Interface e dei relé sono prese dal control-box del KR-400 di azimuth.

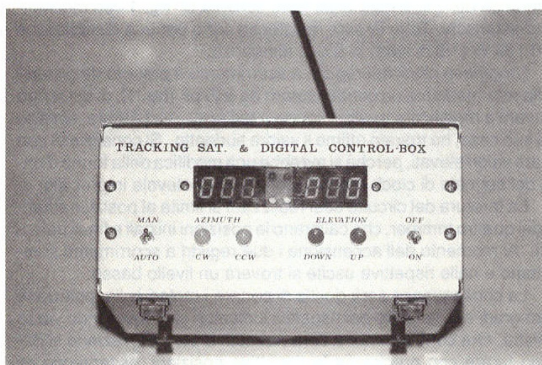
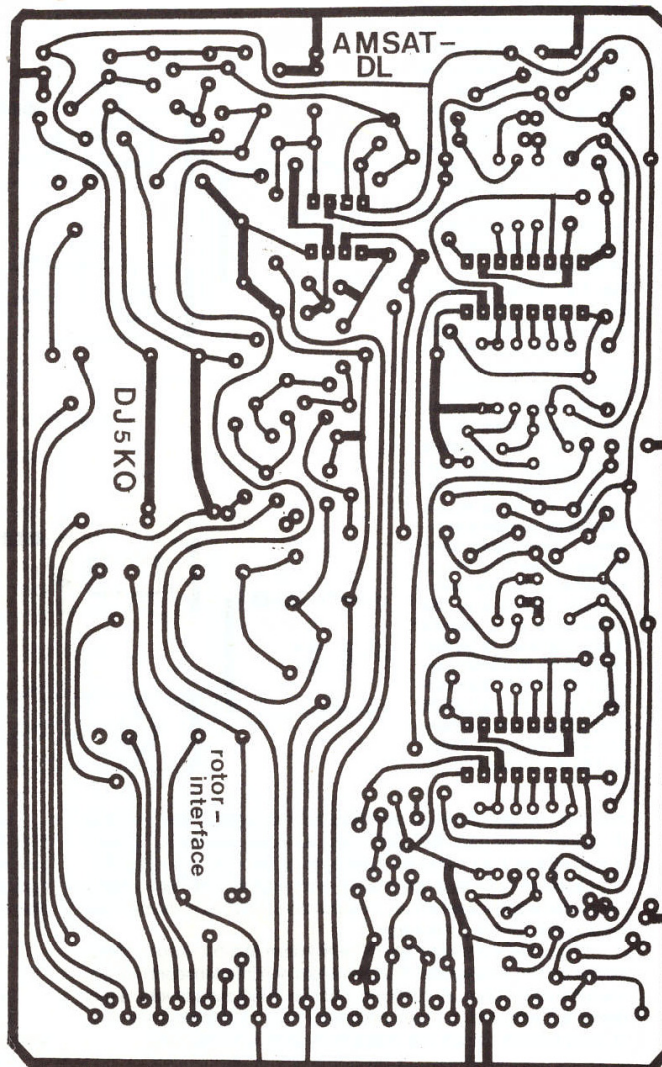
Le due fotografie

A sinistra: realizzazione di IK4ACQ sul control-box interamente a lettura digitale, di cui alla descrizione su RR 10/89. I control-box originali del KR-400 e KR-500 vanno ugualmente bene.

A destra: vista dall'alto del control-box a lettura digitale con gruppo display, versione RR 10/89 (pag. 99). Si vede a fianco la scheda "Rotor Interface" ed il potenziometro per il collaudo sul banco.

Spazio nuova frontiera

Fig 6 - Scheda "Rotor Interface", vista dal lato delle piste in rame stagnato.



Radio Rivista 9-90

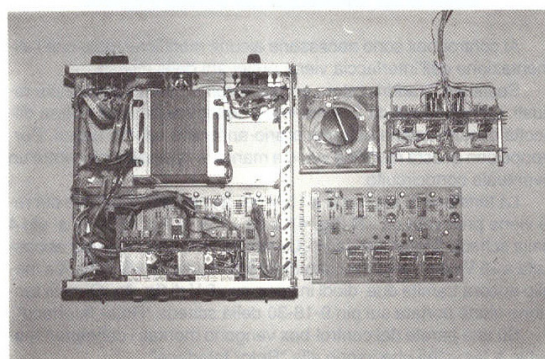
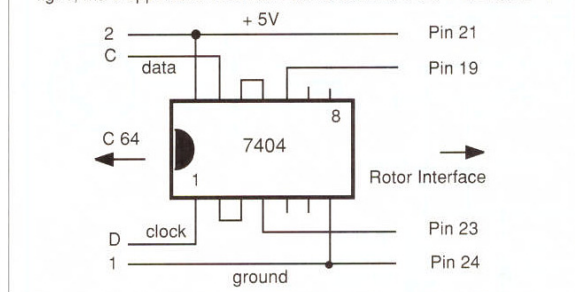


Fig. 7 - Schema elettrico del separatore di protezione da interporre fra la User Port del computer C-64 e la scheda "Rotor Interface". Questo circuito evita possibili guasti all'integrato che gestisce la "User port" del computer. Il circuito non è indicato nello schema elettrico funzionale di fig. 1, ma è opportuno inserirlo. L'alimentazione è a 5 V dal C.64.



strumenti; a questo punto sono di buon aiuto i led di controllo. Dopo la taratura non deve essere acceso nessun led.

Impostare via software il valore massimo di 360 gradi e 180 gradi, che dovranno assumere i due rotori; controllare il corretto senso di rotazione e regolare gli altri due trimmer per il fine corsa.

Lo scrivente consiglia di simulare tutto sul banco, mettendo due lampadine al posto del motore e due potenziometri lineari da 500 ohm che simuleranno quelli contenuti nei rotori. Non si raggiungerà certo la condizione ideale, però le regolazioni dei trimmer saranno molto prossime alla realtà. Le posizioni vanno provate più volte fino al perfetto funzionamento, in quanto esiste una certa interdipendenza fra la regolazione del minimo e quella del massimo.

Da prove fatte sulla nuova coppia di motori Kemprow 5600, la resistenza in serie al $+12/+15$ V va calcolata per avere 6 V c.c. alle estremità dei potenziometri, perciò essendo il potenziometro da 500 ohm, con 12 V la resistenza sarà da 470 ohm. Inoltre, ho visto che in questi rotori il condensatore sul motore è entrocontenuto nel rotore, quindi non è il caso di montarlo nel control-box.

La taratura è ora terminata ed il sistema "Tracking" può essere avviato. Si consiglia il montaggio degli spegniarco (fig. 10) se non si vuole avere una scintilla blu-violetto sui contatti dei relé al momento della loro apertura, quando cioè i motori vengono disalimentati.

Per la coppia KR-400 e KR-500 non ci sono problemi di sorta e basta seguire gli schemi per ottenere risultati pienamente soddisfacenti. Si ringraziano il dottor **Karl Meinzer DJ42C**, il signor **Werner Haas DJ5KQ** e il signor **Wilfried Gladisch** per la collaborazione, per i lavori di ricerca e per la necessaria documentazione.

Istruzioni per il montaggio

di IK4ACQ Guido Cazzola

Anche con un modestissimo C-64 possiamo comandare automaticamente i due rotori che orientano le antenne nello spazio verso i vari satelliti. Il progetto è del Dr. Von Hocke, DK1HB ed è stato pubblicato su AMSAT Journal 6/1986.

Questo circuito è funzionante senza modifiche anche su PC compatibile, a patto di usare un software fatto appositamente. Il programma che abbiamo per C-64 è tutto in BASIC, quindi adattabile facilmente a qualsiasi altro computer.

Tutto il progetto è previsto per la coppia classica di rotori Kemprow KR-400 per l'azimuth ed il KR-500 per l'elevazione. Chi invece desidera usare rotori diversi, specie per l'azimuth, deve usare i tre fili del potenziometro indipendenti fra loro e ben isolati da terra.

Abbiamo previsto anche la modifica per grossi motori azimutali che usano il freno. In alcuni rotori, il cursore del potenziometro è in contatto con la campana e quindi va a terra attraverso il palo. Bisogna perciò isolare il cursore del potenziometro e portarlo al control-box con un filo separato. Dopo aver tolto il filo che dal cursore va a massa, avremo questo terminale perfettamente isolato. Aggiungere sul motore un sesto morsetto per il terminale isolato del cursore del potenziometro e così avremo raggiunto lo scopo.

Tutto questo si fa per evitare ritorni comuni che potrebbero causare false letture. La tensione ottimale con cui devono essere alimentati i due potenziometri è di 6 V e se questi sono sottoalimentati non si raggiunge il fondo scala.

I quattro pulsanti che alimentano direttamente i motori sono quelli originali contenuti nei control-box del KR-400 e KR-500.

Allorché si toglie l'alimentazione ai motori, nei contatti dei relé si produce un arco all'apertura, che a lungo andare craterizza il contatto stesso rendendolo via via sempre più resistivo, fino a non condurre più. Per questo motivo si deve collegare in parallelo ad ogni contatto dei relé uno spegniarco R-C (fig. 10).

La prima taratura conviene farla con un potenziometro lineare da 500 ohm identico all'originale contenuto nel motore, in modo da simulare sul banco le posizioni delle antenne. Le tarature dei trimmer sulla scheda dell'interfaccia riguardano l'azzeramento ed il fondo scala. Il senso di rotazione è visualizzato da quattro led, la cui accensione indica che il motore è alimentato.

Il programma prevede anche il puntamento attraverso la predisposizione via tastiera, cioè in comando manuale (che non è però il manuale "elettrico" dell'interruttore). In altre parole, con C-64 spento potremo dare il comando servendoci dei pulsanti del control-box,

Fig. 8 - Disposizione dei trimmer di taratura di azzeramento e di fondo scala, sia per l'azimuth che per l'elevazione. E' indicata anche la disposizione dei relé attuatori, montati sulla scheda "Rotor Interface".

Per il rotore di elevazione, l'escursione va da 0° a 180° , per comodità tutti i riferimenti sono indicati $0 \div 90^\circ$.

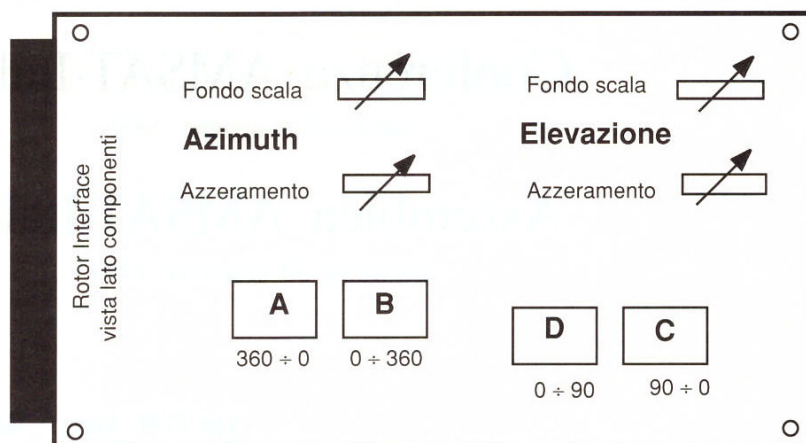


Fig. 9 - Alcuni motori azimutali molto grossi, diversi dal KR-400, sono dotati di freno a 24 V c.a., che allo sblocco assorbono anche 4 A. Questo circuito serve ad azionare contemporaneamente il freno ed il motore, sia in un senso che nell'altro. Con la loro unidirezionalità, i diodi BY 297 servono ad eccitare la bobina del relé ausiliario E, sia che il motore venga avviato in senso orario, che antiorario. Il contatto normalmente aperto del relé ausiliario E, denominato E1, eccita direttamente la bobina del freno B ogni volta che si avvia il motore.

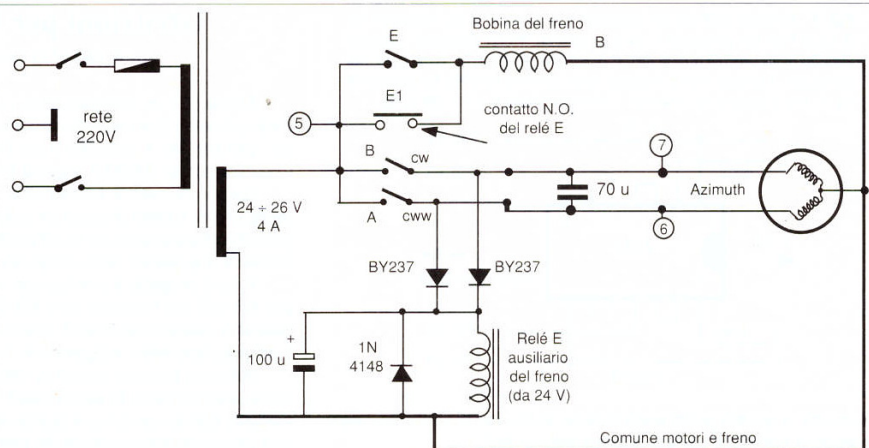
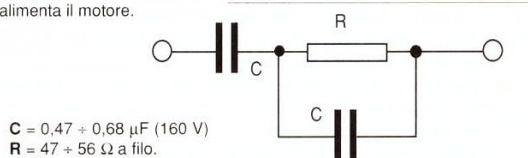


Fig. 10 - Circuito spegniarco, da montare in parallelo ad ogni contatto del relé che alimenta il motore.



mentre quando il C-64 è acceso si abiliterà o meno il comando via software per l'inseguimento automatico.

Naturalmente l'abilitazione in automatico esiste solo quando il satellite è acquisibile dalla nostra posizione.

E' previsto uno step di tempo variabile a piacere per l'intervento: il C-64 va cioè a verificare ogni 15-30-60 secondi, a scelta, se la posizione calcolata è diversa dalla posizione delle antenne per poi effettuare la correzione dell'orientamento. Gli schemi elettrici dovrebbero essere più esplicativi di quanto descritto. Tra il C-64 e la scheda "Rotor Interface" è previsto un utile separatore con un 7404 a protezione del computer, il cui schema è riportato in fig. 7.

Lo schema generale di fig. 1 non riporta detto separatore ideato da noi e di cui si consiglia caldamente l'uso. Gli intervalli dell'azionamento dei motori vanno scelti in base al tempo di acquisizione del satellite cioè la sua distanza dalla Terra e inoltre occorre considerare anche la larghezza del lobo di radiazione delle antenne. Per esempio l'inseguimento di OSCAR-20 o di un UOSAT richiederà un intervento di correzione ogni 30 secondi.

L'intervento sarà ogni 15 minuti con OSCAR-13 Modo-B ed antenne da 13 dB di guadagno in uplink e downlink. Con OSCAR-13 Modo-L, dove la direttività delle antenne in uplink è notevole e il fascio è di una decina di gradi a -3 dB, l'intervento dei motori avverrà ogni 3 minuti.

Siamo in condizione di aggiungere al software originale delle righe per ottenere diversi tempi di intervento a scelta.

Nello schema originale il +5 V proveniente dal C-64 va sul pin 21 e alimenta l'interfaccia. Qualora si usasse un PC, bisogna collegare il pin 21 al pin 18 (+6 V) attraverso una resistenza da 4700 ohm.

Se tutto verrà realizzato correttamente, dopo avere studiato il circuito in tutti i suoi dettagli, il sistema funzionerà al primo colpo.

Sezione A.R.I. di Varese

Conferenza AMSAT-Italia

sabato 29 settembre 1990

Assemblea AMSAT-Italia

domenica 30 settembre 1990

Via G.B. Vico - Villa Toeplitz - Varese