

<i>Subject responsible</i> TEI/TH C. Mozetic		<i>No.</i> TH-96:0162 Uit		
<i>Doc resp/Approved</i> TEI/TH (A. Giacalone)	<i>Checked</i>	<i>Date</i> 1996-05-22	<i>Rev</i> A	<i>File</i>

**ERICSSON TEI - DIVISIONE T**  
**DIPARTIMENTO HW**

**Modifiche eseguite su unita' terminali di linea**  
**TXU STM-16 SMUX ROJBN4091001/X**

**LISTA DI DISTRIBUZIONE**

**Da: TEI/TH**

**A:**

- [1] TEI/TI S. Merli
- [2] TEI/TI A. Tognoni
- [3] TEI/T/S E. Cibati
- [4] TEI/TH F. Testa
- [5] TEI/TU F. Pagani

<i>Subject responsible</i> TEI/TH C. Mozetic		<i>No.</i> TH-96:0162 Uit		
<i>Doc resp/Approved</i> TEI/TH (A. Giacalone)	<i>Checked</i>	<i>Date</i> 1996-05-22	<i>Rev</i> A	<i>File</i>

**Modifiche eseguite su unita' terminali di linea**  
**TXU STM-16 SMUX ROJBN4091001/X**

**INDICE**

<b>1</b>	<b>GENERALITA'</b>	<b>3</b>
<b>1.1</b>	<b>Argomento</b>	<b>3</b>
<b>1.2</b>	<b>Scopo</b>	<b>3</b>
<b>1.3</b>	<b>Abbreviazioni</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>RICHIESTE</b>	<b>4</b>
<b>2.1</b>	<b>Descrizione delle modifiche</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>AZIONI</b>	<b>5</b>
<b>3.1</b>	<b>Analisi</b>	<b>5</b>
<b>3.2</b>	<b>Schema a blocchi</b>	<b>8</b>
<b>3.3</b>	<b>Implementazione</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>MISURE</b>	<b>10</b>
<b>4.1</b>	<b>Simulazioni</b>	<b>10</b>
<b>4.2</b>	<b>Misure al banco</b>	<b>10</b>
<b>4.3</b>	<b>Test di sistema</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>RISULTATI</b>	<b>11</b>
<b>5.1</b>	<b>Pianificazione attivita'</b>	<b>11</b>
<b>5.2</b>	<b>Obiettivi raggiunti</b>	<b>11</b>
<b>5.3</b>	<b>Obiettivi non raggiunti</b>	<b>11</b>

<i>Subject responsible</i> TEI/TH C. Mozetic		<i>No.</i> TH-96:0162 Uit		
<i>Doc resp/Approved</i> TEI/TH (A. Giacalone)	<i>Checked</i>	<i>Date</i> 1996-05-22	<i>Rev</i> A	<i>File</i>

## 1 GENERALITA'

### 1.1 Argomento

Sono state richieste una serie di modifiche, da apportare a n.3 unita' terminali di linea a 2.5 Gbit/s ERICSSON serie AXD-2500 (Synchronous Digital Hierarchy Multiplexer System) TXU STM-16 ROJBN 409 1001/X, per modulare opportunamente il trasmettitore ottico con un tono di riconoscimento programmabile sinusoidale, avente una frequenza compresa nella banda 48 - 56 KHz.

Tale attivita' fa parte del progetto PROMETEO finalizzato a scopo dimostrativo dei nuovi dispositivi switch ottici per la rete MWTN proposta dalla ERICSSON.

### 1.2 Scopo

Lo scopo del presente documento e' quello di fotografare la realizzazione di tali modifiche apportate sulle unita' in oggetto.

### 1.3 Abbreviazioni

MWTN	Multi Wavelength Transport Network
TXU	Transmitter Unit
BER	Bit Error Rate
PBA	Printed Board Assembly:
SMT	Surface Mount Technology
ESD	Electro-Static Discharge
EMI	Electro Magnetic Irradiation
PCB	Printed Circuit Board
RXU	Receiver Unit

<i>Subject responsible</i> TEI/TH C. Mozetic		<i>No.</i> TH-96:0162 Uit		
<i>Doc resp/Approved</i> TEI/TH (A. Giacalone)	<i>Checked</i>	<i>Date</i> 1996-05-22	<i>Rev</i> A	<i>File</i>

## 2 RICHIESTE

E' stato richiesto di poter modulare opportunamente il laser della TXU con un tono di riconoscimento programmabile sinusoidale, avente una frequenza compresa nella banda 48 - 56 KHz.

Inoltre, e' stato richiesto lo studio e la realizzazione di un apposito generatore di toni integrabile con la TXU.

### 2.1 Descrizione delle modifiche

Di seguito sono elencate le richieste di modifica dell'unita' in oggetto.

- E' necessario trovare il modo per riuscire a modulare la potenza ottica del laser della TXU con un tono sinusoidale programmabile avente una frequenza compresa nella banda 48 - 56 KHz.
- La profondita' di modulazione del tono deve essere compresa tra il 5 e il 10 % della potenza nominale del laser, possibilmente regolabile.
- L'aggiunta del tono modulante NON deve provocare apprezzabili variazioni delle caratteristiche di BER proprie dell'unita' TXU.
- Inoltre, l'aggiunta del tono modulante NON deve provocare alterazioni apprezzabili della funzionalita' del laser, sia a livello elettrico, sia a livello termico.
- La modifica deve essere semplice, affidabile nonche' reversibile, cioe' tale da non provocare danni permanenti, sia sull'unita' laser, sia sulla TXU.
- Le frequenze del tono modulante sono le seguenti: 48.077 KHz, 51.020 KHz e 55.555 KHz. Esse debbono poter essere programmate secondo le necessita' dell'utente mediante appositi ponticelli oppure mediante dip-switch.
- La distorsione complessiva del tono modulato NON deve essere superiore al 10% e comunque tale da poter essere correttamente discriminato e riconosciuto.
- L'aggiunta dell'unita' generatore di toni NON deve provocare un sostanziale aggravio di assorbimento dei convertitori DC/DC presenti sull'unita' TXU.

<i>Subject responsible</i> TEI/TH C. Mozetic		<i>No.</i> TH-96:0162 Uit		
<i>Doc resp/Approved</i> TEI/TH (A. Giacalone)	<i>Checked</i>	<i>Date</i> 1996-05-22	<i>Rev</i> A	<i>File</i>

### 3 AZIONI

#### 3.1 Analisi

L'unita' TXU e' costituita da due PBA sovrapposte: la prima (main board) e' l'unita principale che esegue la multiplazione dei sedici flussi entranti STM-1 su un unico flusso STM-16 reso disponibile a livello elettrico differenziale. La seconda (daughter board), converte il flusso digitale STM-16, proveniente dalla main board, da elettrico differenziale in un unico flusso ottico a 2.5 Gbit/s mediante un apposito modulo laser autocontrollato e completo di cella di Peltier.

A sua volta, il modulo laser e' composto da n.3 PBA in tecnologia SMT: ROFBN9041010/1, ROFBN9041011/1 e ROFBN9041012/1. La sub-unita' sulla quale si intende operare e' la ROFBN9041011/1 che si trova capovolta all'interno del modulo laser il quale e' saldato e fissato tramite quattro viti sulla daughter board sulla quale sono presenti anche i due convertitori DC/DC che alimentano l'intera unita' di multiplazione.

E' chiaro che il punto sul quale si intende agire non e' di facile accesso. Tuttavia si e' comunque proceduto ad effettuare le opportune modifiche, malgrado l'alto rischio di danneggiamento che esse avrebbero comportato.

Inizialmente sono state separate le due PBA. Dopodiche' e' stata svitata e dissaldata l'unita' laser presente sulla daughter board, evitando di danneggiare la piastra e la fibra ottica uscente dal modulo. Quindi, il modulo e' stato smontato, capovolto e nuovamente fissato sulla daughter board mediante del nastro bi-adesivo. Il modulo e' stato connesso nuovamente alla daughter board mediante un flat lungo circa 10 cm. Dopodiche' la daughter board e' stata nuovamente connessa alla main board per eseguire i test al banco, avendo, pero', il modulo laser aperto e pronto per essere modificato.

Tutte le operazioni effettuate sulle tre unita' TXU sono state effettuate in modo rigidamente conforme alle normative di prevenzione contro le ESD onde minimizzare eventuali rischi di danneggiamento.

Modulare l'ampiezza di un laser significa modulare la sua corrente di polarizzazione (bias), la quale e' costantemente tenuta sotto controllo

<i>Subject responsible</i> TEI/TH C. Mozetic		<i>No.</i> TH-96:0162 Uit		
<i>Doc resp/Approved</i> TEI/TH (A. Giacalone)	<i>Checked</i>	<i>Date</i> 1996-05-22	<i>Rev</i> A	<i>File</i>

da un apposito circuito di feedback che stabilizza il punto di lavoro ottimale del laser, in funzione della potenza emessa e in funzione della sua temperatura di funzionamento.

E' quindi evidente che l'aggiunta di un tono modulante esterno deve essere eseguita in modo che l'effetto di tale circuito sia trasparente nei confronti del tono modulante, ma che conservi tutte le caratteristiche di stabilita' richieste dal laser onde evitarne l'immediata distruzione.

Osservando lo schema elettrico, si puo' constatare che, sia il segnale modulante, sia la corrente di polarizzazione sono parametri elettrici che agiscono sul catodo del diodo laser, mentre l'anodo e' direttamente connesso alla massa del circuito. Da cio' si evince che la polarizzazione dei circuiti connessi al diodo laser e' negativa.

Non e' pensabile di svincolare l'anodo del laser dalla massa (0V) del circuito per poi iniettare il tono, in quanto cio' lo renderebbe troppo sensibile a rumori esterni che potrebbero provocarne la distruzione. E' altresì impensabile di iniettare il tono modulante a monte della resistenza di terminazione interna, perche' cio' provocherebbe una inevitabile distorsione del segnale modulante a 2.5 Gbit/s con una conseguente degradazione della caratteristica di BER.

Pertanto, l'unica strada percorribile e' quella di agire sulla corrente di polarizzazione (bias).

L'induttanza L3 da 10uH (fig.1), posta in serie al filo che polarizza il laser, ha un valore insufficiente per consentire al tono di modulare la corrente di bias senza che il circuito di controllo reagisca (la sua reattanza induttiva e' di soli 3.14 ohm a 50 KHz).

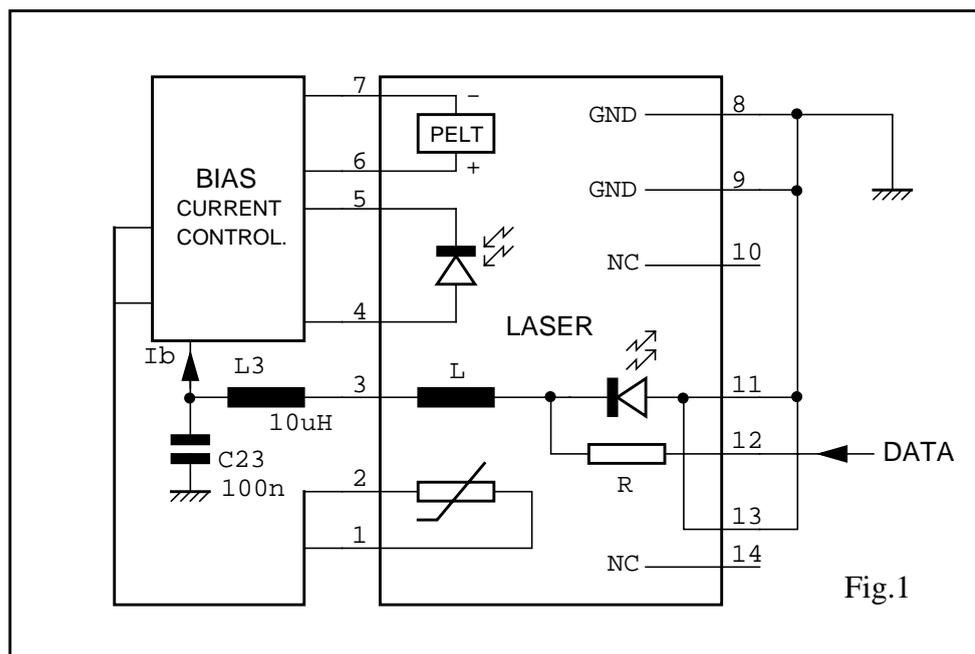
Risulta quindi improponibile la soluzione di iniettare il tono modulante tramite un condensatore di disaccoppiamento a meno di non sostituire l'induttanza L3 con un'altra avente una reattanza almeno dieci volte superiore a quella gia' esistente. Generalmente, le induttanze di valore cosi' elevato, a parita' di dimensioni, offrono una resistenza ohmmica notevolmente superiore a quella che presenta l'induttanza L3 e, di conseguenza, di valore comparabile con i valori dei resistori di polarizzazione.

Quindi, sostituire tale induttanza con un'altra di valore piu' elevato, significherebbe alterare la polarizzazione del diodo laser e, di conse-

<b>Subject responsible</b> TEI/TH C. Mozetic		<b>No.</b> TH-96:0162 Uit	
<b>Doc resp/Approved</b> TEI/TH (A. Giacalone)	<b>Checked</b>	<b>Date</b> 1996-05-22	<b>Rev</b> A
		<b>File</b>	

guenza, il suo punto di lavoro.

La soluzione che e' stata adottata e' quella di modulare la corrente del laser mediante un accoppiamento di tipo induttivo eseguito mediante un trasformatore, il cui secondario sostituisce l'induttanza L3 che e' stata, ovviamente, rimossa (fig.2).



Il tipo di trasformatore e' stato scelto in modo da soddisfare le seguenti caratteristiche (REGF603804/1):

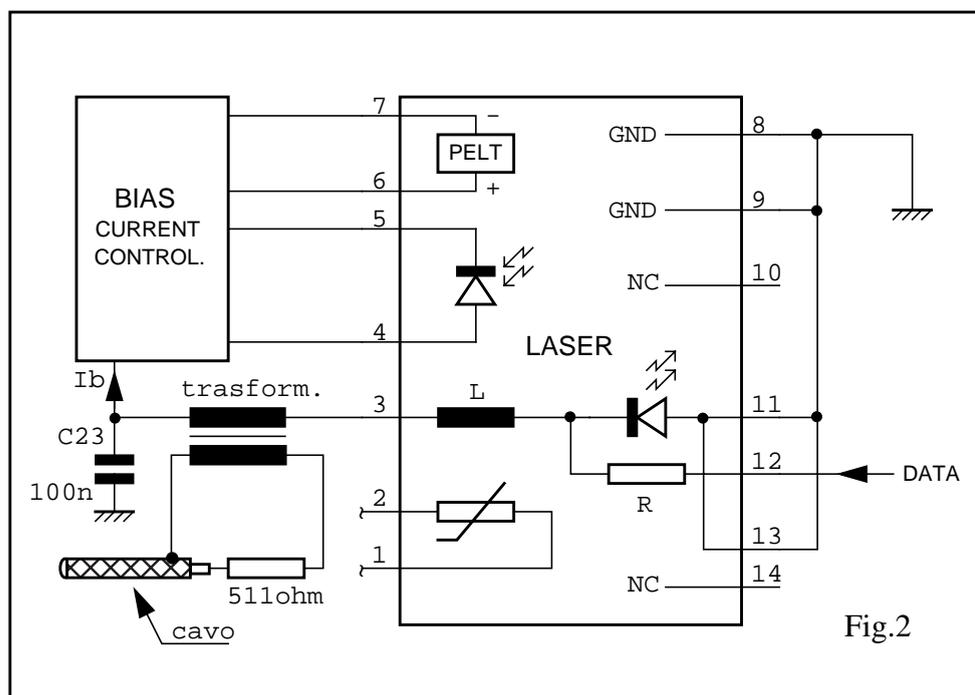
- Minimo ingombro
- Rapporto di trasformazione 2:1
- Induttanza dell'avvolgimento primario - 2.4 mH a 50 KHz
- Induttanza dell'avvolgimento secondario = 1.2 mH
- Resistenza ohmmica dell'avvolg. second. = <0.4 ohm
- Coeff. di dispersione di flusso = < 0.12 a 50 KHz.

La connessione esterna verso l'unita' generatrice di toni e' stata realizzata mediante un cavo microcoassiale a doppia schermatura che sfrutta un foro, gia' esistente sul contenitore del modulo laser, per il passaggio verso l'esterno.

<i>Subject responsible</i> TEI/TH C. Mozetic		<i>No.</i> TH-96:0162 Uit		
<i>Doc resp/Approved</i> TEI/TH (A. Giacalone)	<i>Checked</i>	<i>Date</i> 1996-05-22	<i>Rev</i> A	<i>File</i>

Onde evitare fughe di tipo EMI, il cavo e' stato volutamente disadattato internamente al modulo mediante un resistore da 511 ohm posto in serie tra il polo caldo del cavo e il terminale attivo dell'avvolgimento primario del trasformatore.

La connessione verso l'unita' generatrice di toni e' stata realizzata tramite un connettore coassiale di tipo SMC.



### 3.2 Schema a blocchi

Lo schema a blocchi dell'unita' generatrice di toni e' rappresentato in fig.3.

Si distinguono quattro blocchi principali: l'oscillatore, il divisore programmabile, il filtro passa banda e il filtro passa basso.

Questi ultimi due blocchi sono stati simulati prima di procedere con lo studio della PCB.

### 3.3 Implementazione

Per generare le tre frequenze richieste, si e' partiti da un riferimento a quarzo a 10 MHz realizzato con un due porte NAND HCMOS.

Di seguito, un divisore programmabile viene utilizzato per impostare le frequenze richieste tramite otto dip-switch.

<i>Subject responsible</i> TEI/TH C. Mozetic		<i>No.</i> TH-96:0162 Uit		
<i>Doc resp/Approved</i> TEI/TH (A. Giacalone)	<i>Checked</i>	<i>Date</i> 1996-05-22	<i>Rev</i> A	<i>File</i>

**I fattori teorici di divisione** sono i seguenti:

Frequenza tono (KHz)	Fattore di divisione teorico
48.077	208
51.020	196
55.555	180

Allo scopo di ridurre il numero delle cifre da impostare e, inoltre, per poter garantire in uscita un duty-cycle pari al 50% la frequenza del quarzo e' stata divisa per due a monte e a valle del divisore programmabile. Di conseguenza **i fattori reali di divisione** sono i seguenti:

Frequenza tono (KHz)	Fattore di divisione reale
48.077	52
51.020	49
55.555	45

E' necessario chiarire che, per fattore di divisione reale, si intende il numero (binario a nibble) che dovro' essere impostato sui dip-switch per ottenere la frequenza corrispondente (tabella 1).

A questo proposito, sono stati utilizzati due integrati HCMOS 74HC190 (Synchronous Cascadable and Programmable Up/Down Decade Counters) utilizzati come contatori all'indietro in cascata con caricamento a fine conteggio.

La frequenza desiderata, quindi, viene resa sinusoidale dal filtro passa banda a Q variabile, centrato sulla frequenza di 50 KHz.

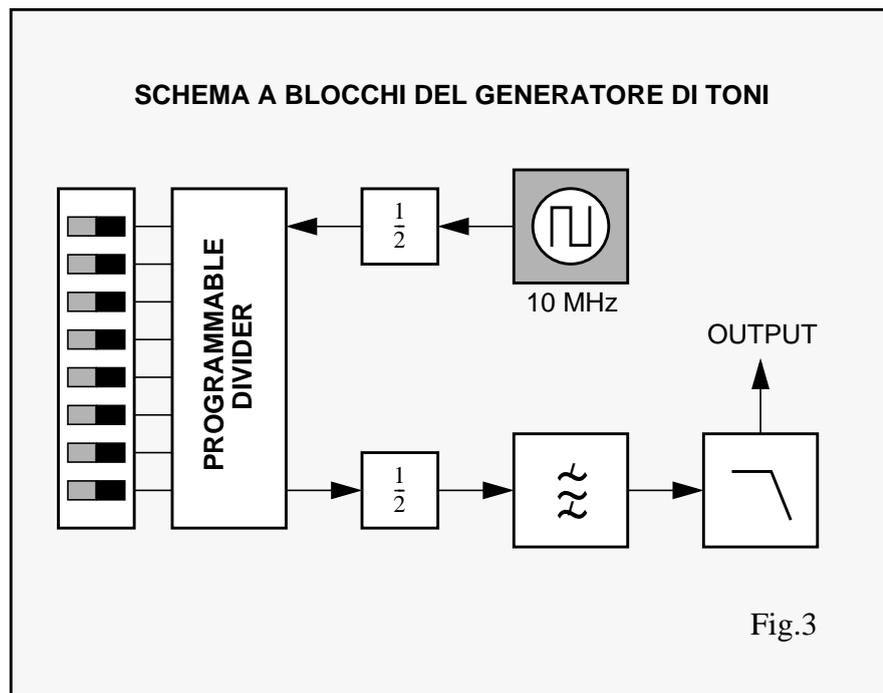
Il filtro passa basso, collegato a valle del filtro passa banda, serve per ridurre ulteriormente il livello delle armoniche dispari.

Il livello del tono modulante viene quindi regolato tramite un trimmer resistivo in modo da stabilire l'esatto livello di modulazione.

A questo proposito, un livello del tono pari a 400 mVrms (~1.1 Vpp) produce una modulazione di ampiezza del laser pari a circa il 7% della sua potenza nominale a 51 KHz. In realta', poiche' il trasformatore

<i>Subject responsible</i> TEI/TH C. Mozetic		<i>No.</i> TH-96:0162 Uit	
<i>Doc resp/Approved</i> TEI/TH (A. Giacalone)	<i>Checked</i>	<i>Date</i> 1996-05-22	<i>Rev</i> A
		<i>File</i>	

utilizzato sta lavorando verso il limite inferiore delle sue caratteristiche di banda, mantenendo costante il livello del tono, la profondita' di modulazione potra' variare fra i 48 e i 55 KHz rispettivamente dal 6% al 9% della potenza nominale del laser, che e' stata valutata intorno a -1 dBm.



## 4 MISURE

### 4.1 Simulazioni

Le simulazioni sono state rese necessarie per l'ottimizzazione dei filtri implementati sull'unita' generatrice di toni.

A tale proposito e' stato utilizzato un tool che sfrutta i modelli SPICE per effettuare la simulazione.

### 4.2 Misure al banco

Prima di procedere con le modifiche sono state eseguite le seguenti misure al banco:

- Misure di potenza ottica
- Misure di parametri elettrici sul modulo laser

<i>Subject responsible</i> TEI/TH C. Mozetic		<i>No.</i> TH-96:0162 Uit		
<i>Doc resp/Approved</i> TEI/TH (A. Giacalone)	<i>Checked</i>	<i>Date</i> 1996-05-22	<i>Rev</i> A	<i>File</i>

Successivamente alle modifiche sono state eseguite le seguenti misure al banco:

- Misure di potenza ottica
- Misure di parametri elettrici sul modulo laser

Le misure hanno confermato che non esistono apprezzabili degradazioni delle performance relativamente all'unita' TXU dopo le modifiche apportate.

#### **4.3 Test di sistema**

Successivamente alle modifiche sono state eseguite le seguenti misure sul sistema dotato di unita' RXU:

- Misure di BER senza il tono modulante
- Misure di BER con il tono modulante
- Verifica di aggancio al tono modulante

Le misure hanno confermato che non esistono apprezzabili degradazioni delle performance relativamente alle unita' TXU modificate e integrate con il sistema completo.

### **5 RISULTATI**

#### **5.1 Pianificazione attivita'**

In fig.4 e' rappresentato il time planning dell'attivita' in oggetto. Essendo una tempistica estremamente restrittiva, alcuni componenti, necessari alla realizzazione del generatore di toni, sono stati ordinati su piazza non essendo disponibili presso il magazzino interno di Dipartimento.

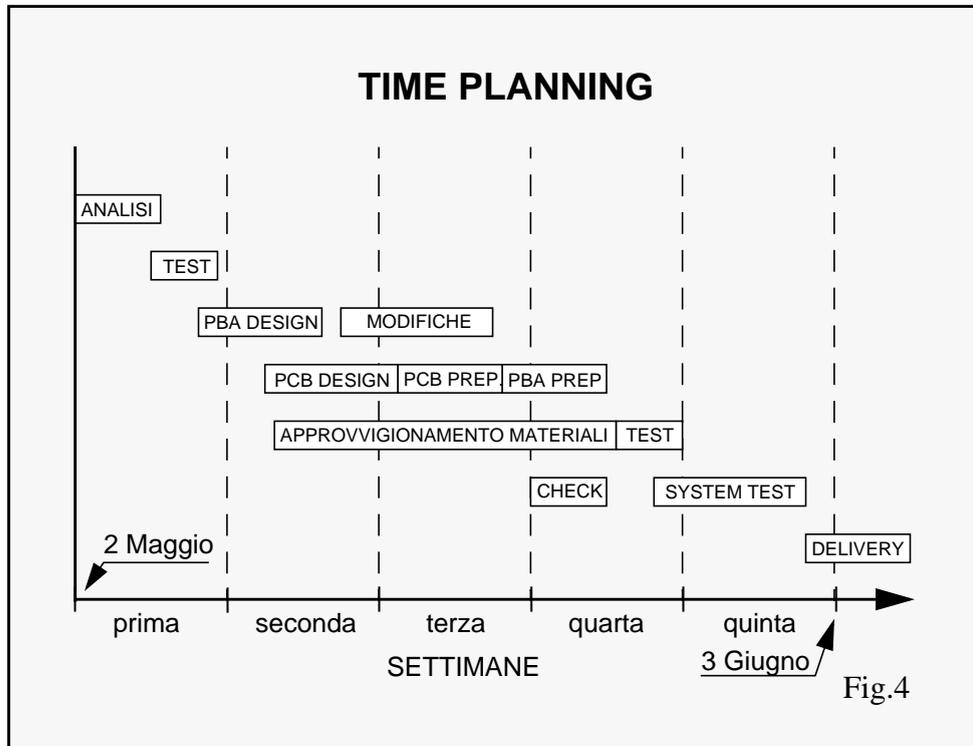
#### **5.2 Obiettivi raggiunti**

Tutte le richieste sono state soddisfatte; pertanto tutti gli obiettivi si ritengono raggiunti.

#### **5.3 Obiettivi non raggiunti**

Nessuno.

<i>Subject responsible</i> TEI/TH C. Mozetic		<i>No.</i> TH-96:0162 Uit	
<i>Doc resp/Approved</i> TEI/TH (A. Giacalone)	<i>Checked</i>	<i>Date</i> 1996-05-22	<i>Rev</i> A
		<i>File</i>	



**Table 1: Fattore di divisione a nibble (4 bit)**

CIFRA	DS1	DS2	DS3	DS4	DS5	DS6	DS7	DS8
0	OFF							
1	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF
2	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF
3	ON	ON	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF
4	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF
5	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF
6	OFF	ON	ON	OFF	OFF	ON	ON	OFF
7	ON	ON	ON	OFF	ON	ON	ON	OFF
8	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON
9	ON	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF	ON