

# **IL BUS SCSI**

Tesina di Laurea Triennale

Candidato: Piredda Andrea

## **IL BUS SCSI**

Lo SCSI ( Small Computer System Interface ) è un bus di I/O parallelo.

Per le sue caratteristiche avanzate, può essere considerato un vero e proprio bus secondario del PC.

Il progetto è stato sviluppato nel lontano 1981 da NCR e Shugart Associates (l'odierna Seagate) come SASI per poi assumere l'attuale nome durante la standardizzazione ANSI, peraltro portata a termine solo nel 1984;

### **CARATTERISTICHE PRINCIPALI**

- Riduzione del numero di linee: da più di un centinaio di linee si passa a circa 50. Il bus è semplice ed economico dal punto di vista costruttivo;
- Protocolli più complessi : la riduzione del numero di linee porta alla necessità di avere periferiche "intelligenti". Ognuna ha un controllore per interfacciarsi con il bus ed eseguire gli algoritmi software per potervi accedere;
- Linee dati multiplexate: per ricavare gli indirizzi si interpretano le stesse linee usate per la trasmissione dei dati;
- Le linee sono tutte di segnale: sono attive basse;
- Lunghezza maggiore di 1 metro: (si può arrivare fino a 6 metri) il bus SCSI può essere usato per connettere periferiche esterne, quindi questa lunghezza porta a seri problemi elettrici; per ridurre gli accoppiamenti resistivi e capacitivi, ogni linea ha una linea di massa e sono tutte terminate con terminazione resistiva o attiva
- Indipendenza delle periferiche dal processore;
- Arbitraggio distribuito e a priorità fissa: è un algoritmo software calcolato dai dispositivi connessi al bus, ognuno dei quali è in grado di capire se ha vinto o meno;
- Posso connettere 8 unità: ognuna identificata da un indirizzo a 3 bit (SCSI1)
- E' il Target selezionato a gestire la comunicazione e a prendere il controllo del bus: l'initiator trasmette un comando al controllore del target, si disconnette dal bus, e sarà il target a contattare l'initiator (o meglio, il suo controllore) quando è disponibile a eseguire il comando;
- Il protocollo di trasferimento è asincrono puro, con handshake, ma si possono avere anche trasferimenti sincroni logici;
- Gestione trasferimenti a burst;

## **CARATTERISTICHE GENERALI**

La funzione principale del BUS è quella di connettere periferiche esterne al PC, che possono essere di varia natura, alle quali il bus deve fornire un'interfaccia uniforme.

Le periferiche possono essere indifferentemente esterne o interne, ma delle quali una è in realtà un'unità di controllo (CONTROLLER).

Al controller è affidata la gestione del bus, che solitamente è separata dalla scheda madre.

## **SCSI ID**

Ogni dispositivo presente sul bus, deve essere in qualche modo identificato. SCSI esegue tale operazione assegnando ad ogni dispositivo presente su di un bus SCSI, un indirizzo numerico unico o SCSI ID.

Gli indirizzi ID hanno una priorità: il valore più alto è quello che ha la precedenza, cosa che spiega il motivo per cui l'unità di controllo ha sempre il numero più alto;

L'indirizzo zero è l'ultimo a essere preso in considerazione.

I dischi fissi si collocano solitamente nei primi indirizzi ID, mentre negli ultimi vanno messi quei dispositivi che necessitano di una certa continuità nel flusso di dati (ad esempio un masterizzatore).

Per rispondere al proprio SCSI ID ogni dispositivo deve essere configurato, generalmente tramite jumper o per mezzo di interruttori.

Due dispositivi che condividono un ID singolo, possono causare dei problemi che a loro volta portano ad una corruzione dei dati.

L'indirizzo ID usato dall'unità di controllo è detto Host Adapter e collega il bus SCSI con quello di scheda madre;

Il numero reale di dispositivi connessi quindi, nel caso dello SCSI1, per esempio, si riduce a un massimo di 7.

Sull'unità di controllo è possibile collegare un cavetto piatto per raggiungere delle unità interne all'elaboratore e un cavo esterno per le periferiche separate. Queste connessioni costituiscono in pratica il bus;

Le connessioni esterne di più unità periferiche avvengono a partire dall'unità immediatamente precedente, come prolungamento del bus stesso.

La lunghezza complessiva del bus, includendo sia la connessione interna che quelle esterne, ha un limite: maggiori sono le prestazioni e minore è la lunghezza consentita.

## **INDIRIZZO LUN**

Le unità periferiche sono individuate, oltre che dall'indirizzo di identificazione ID, da un ulteriore livello di identificazione, inferiore al primo, definito LUN (Logical Unit Number).

L'indirizzo LUN consente a più componenti di condividere un solo indirizzo ID.

Un indirizzo ID solitamente corrisponde a un dispositivo solo ma in caso di necessità esso gestisce l'indirizzo LUN per individuare delle sotto componenti.

L'indirizzo LUN può andare da zero a sette.

Quando un dispositivo non utilizza in pratica l'indirizzo LUN, questo corrisponde allo zero.

## CONFIGURAZIONE ID

L'ID di destinazione viene impostato nell'interfaccia del dispositivo. I metodi per impostare questo indirizzo sono tre:

- Jumper : è possibile ottenere un indirizzo collocando jumper su shunt. Questo metodo viene utilizzato per indirizzare i lettori CD-ROM interni.
- Switch : viene utilizzato quando un dispositivo è inserito in un cabinet esterno (diverso da quello del sistema). Il cabinet fornisce uno switch che viene impostato sull'indirizzo ID di destinazione desiderato.
- Singolo connettore: un dispositivo con un singolo connettore riceve dati, alimentazione e informazioni di indirizzamento su un singolo connettore. L'indirizzamento avviene in fase d'installazione.

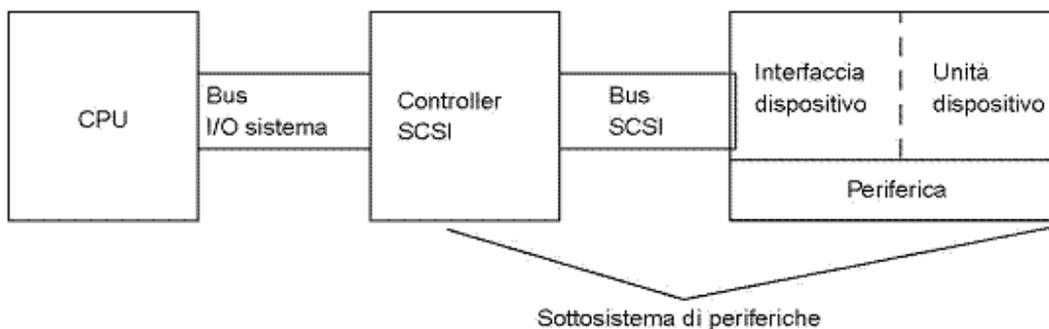
La determinazione dell'ID di destinazione corretto dipende da diversi fattori:

- Il metodo di indirizzamento di destinazione usato dal dispositivo.
- Gli indirizzi esistenti nell'interfaccia: tutti i dispositivi devono avere un ID di destinazione univoco.
- Il tipo di dispositivo: alcuni tipi di dispositivi, come i dispositivi CD-ROM e nastro, vengono più facilmente identificati dal sistema operativo quando hanno determinati indirizzi.

## SOTTOSISTEMA SCSI

Per comprendere come indirizzare e accedere a un dispositivo SCSI, è necessario capire in che modo il dispositivo è collegato al sistema.

Il diagramma a blocchi sottostante rappresenta un tipico sottosistema SCSI e mostra il relativo collegamento al sistema.



Relativamente allo schema:

- CPU: è l'unità di elaborazione centrale del sistema.
- Bus I/O del sistema: intrinseco all'architettura del sistema.
- Controller SCSI : interpreta i segnali elettrici tra il bus I/O e il bus SCSI.
- Bus SCSI: percorso dal controller SCSI all'interfaccia del dispositivo.
- Interfaccia dispositivo: interpreta i segnali elettrici tra il bus SCSI e il dispositivo.
- Unità dispositivo: è la periferica effettiva.

L'insieme di controller SCSI, bus SCSI, interfaccia del dispositivo e unità dispositivo compongono il sottosistema di periferiche.

Tutte queste entità devono essere progettate e configurate per funzionare insieme.

### **LO STANDARD**

Lo standard SCSI rappresenta una famiglia di interfacce. Vi sono diverse aree nelle quali SCSI varia tra le quali:

- Larghezza del Bus
- Velocità del Bus
- Caratteristiche elettriche del Bus

### **LARGHEZZA**

Lo standard si articola in molte varianti, nelle quali si possono distinguere due categorie fondamentali:

- Le implementazioni SCSI originali a "8-bit" chiamate SCSI narrow .
- Le implementazioni nuove a "16-bit" chiamate SCSI wide.

### **SCSI NARROW:**

Ha a disposizione un bus di 8 bit che può collegare fino a 8 periferiche.

Sono disponibili 8 indirizzi ID, da 0 a 7. Trasferimento di dati ad un byte per volta.

### **SCSI WIDE:**

Ha a disposizione un bus di 16 bit che può collegare fino a 16 periferiche.

Sono disponibili 16 indirizzi ID, da 0 a 15. Trasferimento di dati due byte per volta.

## **VELOCITA'**

La velocità del bus per lo SCSI a 8-bit originale era di 5MHz con una velocità di trasferimento sul bus pari a 5MB/secondo.

Le successive revisioni dello standard, hanno raddoppiato la velocità fino ad ottenere 10MHz, e cioè 10MB/secondo per SCSI narrow e 20MB/secondo per SCSI wide.

Miglioramenti nella velocità di trasferimento hanno portato alla creazione di diverse versioni: la fast ( bus a 10MHz) , l'ultra (20MHz), la fast-40 (40MHz), la fast-80 (80MHz) e così via.

Combinando questi termini è possibile indicare diverse configurazioni SCSI. Per esempio, "ultrawide SCSI" si riferisce ad un bus SCSI a 16-bit eseguito a 20MHz.

## **CARATTERISTICHE ELETTRICHE**

Lo Bus SCSI può assumere due diverse configurazioni:

Singola Terminazione:

- Il segnale elettrico passa su un unico conduttore.
- Il livello logico è determinato dalla tensione presente sul singolo conduttore riferita a massa.
- E' utilizzato per la connessione di dispositivi all'interno della stessa scatola.

Differenziale:

- Il segnale elettrico passa su due conduttori.
- Il livello logico è determinato dalla differenza di potenziale tra questi.
- Può essere usato per connettere dispositivi in differenti scatole.
- Riduce la sensibilità al rumore elettrico e permette una maggiore lunghezza del cavo (fino a 25 m).

Il Bus è fisicamente un cavo piatto e, a causa delle frequenze in gioco, i conduttori possono presentare comportamenti irregolari, con fenomeni di riflessione del segnale e disomogeneità del carico elettrico. Per minimizzare l'effetto di tutto ciò, è necessario terminare correttamente entrambe le estremità del bus. Solitamente un terminatore si trova dentro la scatola che contiene il sistema , mentre l'altro va connesso all'ultima periferica della catena.

L'ultima unità di ogni capo del bus deve avere la terminazione attivata, mentre quelle intermedie non devono averla.

La mancanza delle terminazioni o la presenza di dispositivi con la terminazione attivata quando non si trovano all'estremità del bus provoca dei malfunzionamenti.

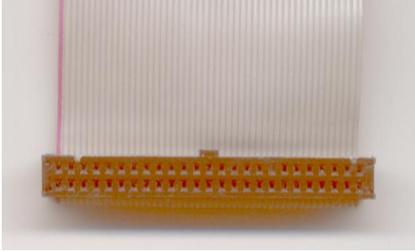
Senza terminazioni, i diversi segnali presenti sul bus, saranno riportati sulle sue estremità , ingarbugliando così tutte le comunicazioni.

Le terminazioni sono inserite automaticamente dalle unità collegate, solitamente attraverso un ponticello o un micro interruttore.

Quando esistono dispositivi collegati solo all'interno dell'elaboratore, oppure solo all'esterno, l'unità di controllo costituisce uno dei capi del bus, per cui si deve configurare l'unità stessa in modo da abilitare la terminazione anche al suo interno.

## IL CAVO

Esistono due tipi di cavo, a seconda della dimensione del bus: 50 poli per lo standard a 8 bit e 68 poli per lo standard a 16 bit.



Connettore a 50 poli per una connessione SCSI interna ad 8 bit. Il lato esterno corrispondente al terminale numero uno ha una colorazione differente ( lato sinistro nell'immagine).

Possiamo avere quindi le seguenti combinazioni:

Standard	Modalità di trasferimento	Dimensione del bus	Velocità massima di trasferimento in Mbyte/s	Cablaggio	Dispositivi collegabili (oltre all'unità di controllo)	Lunghezza massima del cablaggio
SCSI-1	SCSI-1	8	5	50 poli	7	6 m
SCSI-2	Wide SCSI	16	10	68 poli	15	6 m
SCSI-2	Fast SCSI	8	10	50 poli	7	3 m
SCSI-2	Fast Wide SCSI	16	20	68 poli	15	3 m
SCSI-3 SPI	Ultra SCSI	8	20	50 poli	7	1.5 m
SCSI-3 SPI	Wide Ultra SCSI	16	40	68 poli	15	1.5 m
SCSI-3 SPI-2	Ultra2 SCSI	8	40	50 poli	7	12 m
SCSI-3 SPI-2	Wide Ultra2 SCSI	16	80	68 poli	15	12 m
SCSI-3 SPI-3	Ultra3 SCSI	16	160	68 poli	15	12 m
SCSI-3 SPI-3	Ultra 160 SCSI	16	160	68 poli	15	12 m
SCSI-3 SPI-3	Ultra 160+ SCSI	16	160	68 poli	15	12 m
SCSI-3 SPI-4	Ultra 320 SCSI	16	320	68 poli	15	12 m

## COMUNICAZIONI

Le comunicazioni sul bus si svolgono sempre fra sole 2 periferiche per volta.

I due dispositivi che comunicano sono detti Initiator e Target, e svolgono, rispettivamente, funzione di master e slave.

L'Initiator non è necessariamente il controller ma una qualsiasi periferica.

Esso ordina l'esecuzione di una certa operazione.

Il ruolo di Initiator è solitamente svolto dal calcolatore Host.

Il Target è il dispositivo che esegue l'operazione (il trasferimento dati) dopo essere entrato in controllo del bus.

In generale, ogni periferica può funzionare da Initiator oppure da Target, ma alcune periferiche sono comunque in grado di funzionare in entrambi i modi.

## LINEE E SIGNIFICATI:

SEGNALE	PILOTA	FUNZIONE
/BSY	Initiator / Target	Segnala il bus occupato
/SEL	Initiator / Target	Il dispositivo che asserisce questa linea segnala di essere stato selezionato
C/D	Target	Se è alto sulla linea c'è il comando altrimenti sulla linea ci sono i dati
I/O	Target	Se è alto le info sul bus sono di IN per l'Initiator altrimenti sono di OUT
/MSG	Target	Asserito durante la fasi di Messaggio
/REQ	Target	Asserito per iniziare un trasferimento asincrono (handshake /REQ-/ACK)
/ACK	Initiator	Asserito indica l'aver accettato o fornito dati in risposta ad una richiesta
/ATN	Initiator	Asserito per far prendere atto ad un controllore che è pronto un msg per lui
/RST	Qualsiasi	Usato all'avvio del sistema o quando il target selezionato non risponde

Le linee presenti in tabella sono le 9 Linee di Controllo. Oltre a queste sono presenti anche un certo numero di linee dati in relazione allo standard SCSI considerato.

## **FASI DEL BUS**

Il Bus ha 4 distinti stati detti fasi operative:

1. Bus Libero;
2. Arbitraggio;
3. Selezione;
4. Trasferimento Dati;

Ogni fase deve durare un tempo predeterminato: il sistema essendo asincrono non ha un clock e quando si ha una commutazione, quindi, bisogna aspettare che tutti i dispositivi collegati la rilevino.

La temporizzazione va fatta in base alla periferica più lenta presente sul bus.

## **BUS LIBERO**

La fase di Bus libero si ha quando tutti i segnali, e in particolare le linee /SEL e /BSY, sono inattive per un tempo maggiore di settle time del Bus (400 nS nella specifica).

Un nodo non può determinare che il bus è libero guardando lo stato istantaneo delle 2 linee, in quanto, per i fenomeni di Glitch da or Cablato, è possibile che le linee appaiano temporaneamente inattive anche quando in realtà non lo sono.

## **ARBITRAGGIO**

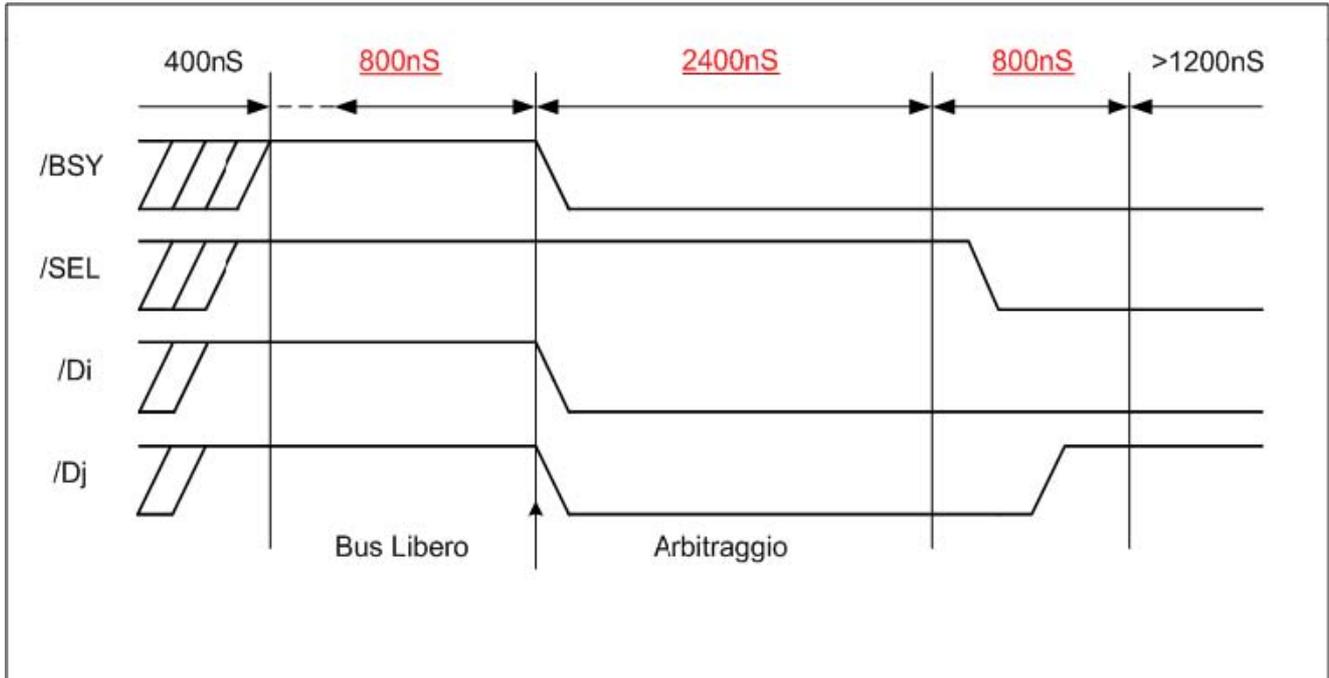
La fase di Arbitraggio è utilizzata dalle unità connesse al bus per determinare quale di esse può acquisire il diritto ad usare il bus.

L'arbitraggio è realizzato mediante un algoritmo distribuito che viene eseguito da tutte le unità che hanno intenzione di iniziare una comunicazione.

Le linee dati sono usate come linee di richiesta insieme alla linea di /BSY.

Un'unità che richiede l'accesso al bus deve:

- Attendere che il bus sia libero;
- Attendere 800nS e comunicare la sua intenzione attivando la linea dati a lei corrispondente e la linea /BSY;
- Attendere 2400 nS per consentire l'esaurimento dei transistori;
- Analizzare lo stato delle linee dati:
  - Arbitraggio vinto: nessuna unità a priorità maggiore sta pilotando la sua linea dati quindi l'unità può pilotare la linea /SEL.
  - Arbitraggio perso: l'unità deve rilasciare le linee dati e /BSY entro 800nS dall'attivazione di /SEL e tornare al passo 1.
- Il vincitore deve attendere almeno 1200nS prima di modificare lo stato delle linee.



## **SELEZIONE**

Il vincitore della fase di arbitraggio è l'INITIATOR; Esso deve provvedere a selezionare il partner per la comunicazione (il TARGET).

La fase di selezione garantisce che solo un target capisca di essere indirizzato.

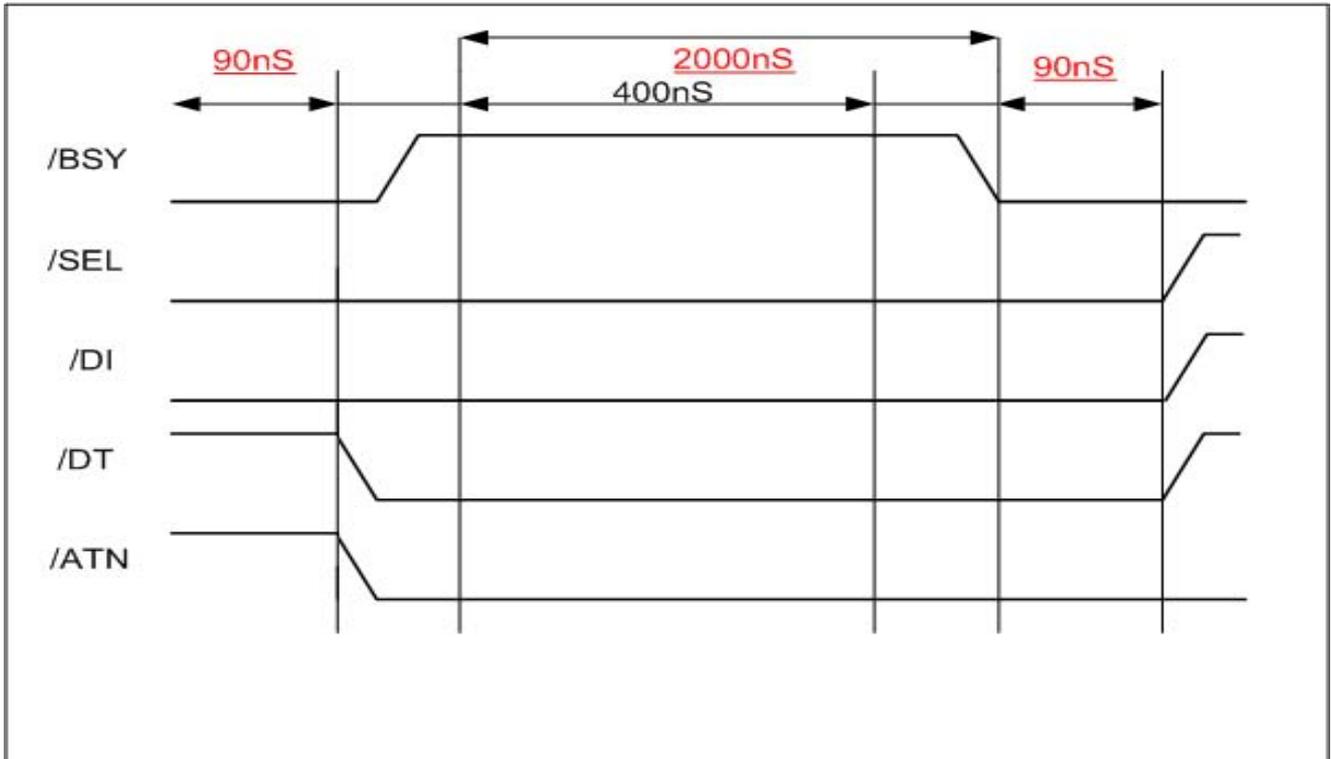
I ritardi introdotti tra le varie fasi garantiscono che le unità leggano lo stato delle linee dopo lo smorzamento dei transistori, in particolare i ritardi di 90nS servono ad evitare che azioni generate in sequenza da una o più unità vengano viste nell'ordine opposto da altre unità.

E' importante che il Target veda il cambiamento delle linee dati e quella del rilascio di /BSY nello stesso ordine in cui l'Initiator le esegue.

Le unità devono vedere /BSY attiva prima del rilascio della linea /SEL.

La fase di selezione comporta le seguenti azioni:

- L'Initiator attiva le linee dati corrispondenti al Target e a se stesso, la linea di parità in modo opportuno e pilota inoltre la linea /ATN per segnalare al Target l'inizio di una nuova comunicazione;
- Dopo almeno 90nS ,l'Initiator rilascia la linea / BSY;
- Il Target , vedendo la configurazione / SEL=0, /BSY=1, /DT=0 (linea dati corrispondente al suo indirizzo) per almeno 400nS, capisce di essere stato selezionato. Entro 2000nS deve rispondere pilotando / BSY a 0;
- L'Initiator dopo almeno 90nS da quando ha disasserito /BSY, verifica se il Target ha risposto e 90nS dopo aver visto /BSY=0, rilascia /SEL.



## TRASFERIMENTO DATI

Questa fase può essere scomposta in 4 fasi diverse:

- Comando: il Target ottiene un comando dall'Initiator;
- Dati: trasferimento vero e proprio;
- Stato: il Target invia all'Initiator un byte indicante il successo o il fallimento del comando;
- Messaggio: il Target e l'Initiator si scambiano dei messaggi per la gestione del Controllore su ogni unità.

Una volta terminati i trasferimenti il Target riporta il bus nello stato di libero rilasciando / BSY.

L'Initiator decide l'inizio della comunicazione ma è il Target che regola il trasferimento delle informazioni. Mantiene /BSY asserted fino alla fine dell'operazione, e usa /MSG, /I/O e /C/D (nel modo indicato in tabella) per specificare di che tipo di operazione si tratta.

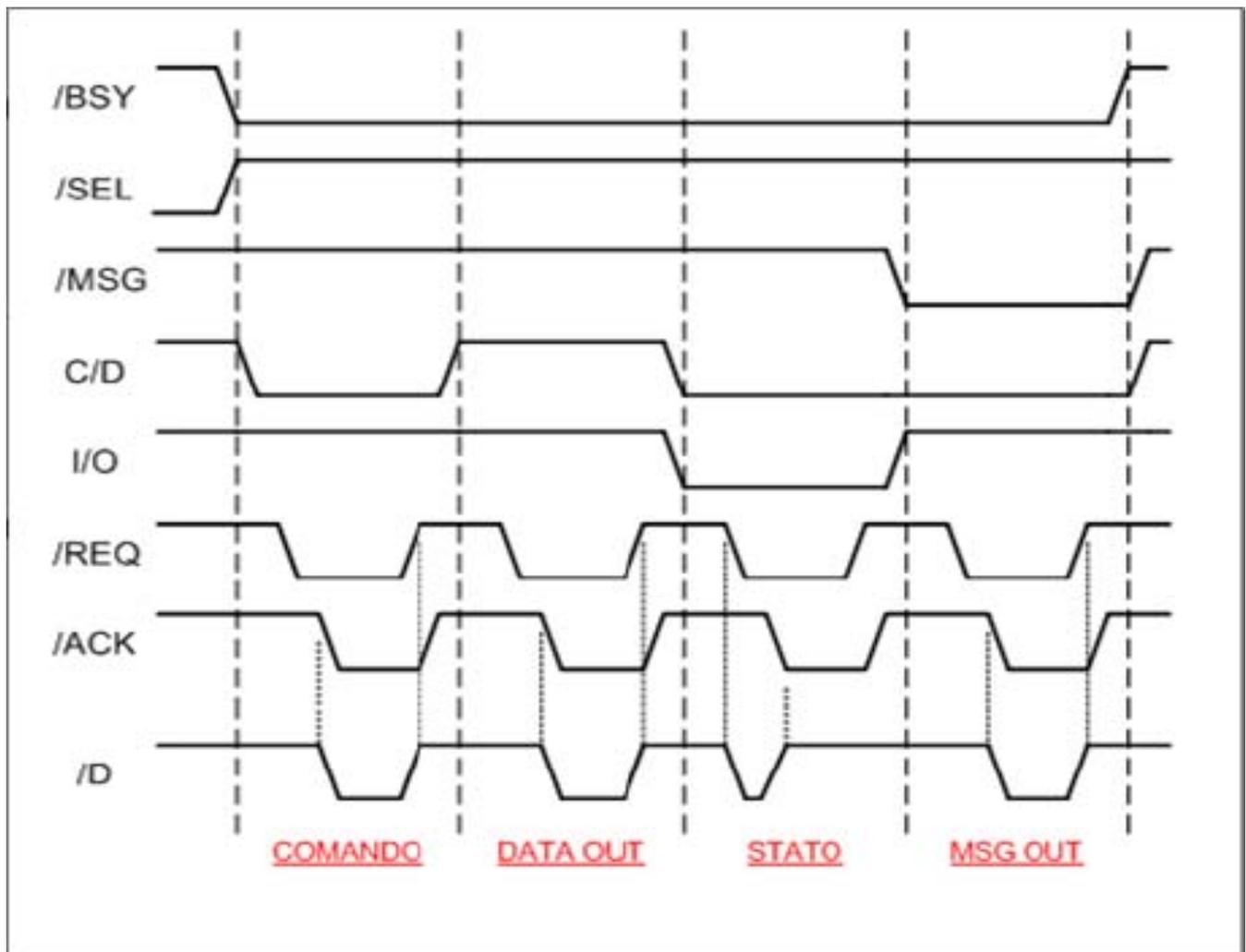
/MSG /C/D		/I/O	Tipo Operazione	Direzione Trasferimento
0	0	0	Message In	Target -> Initiator
0	0	1	Message Out	Initiator -> Target
1	0	0	Status	Target -> Initiator
1	0	1	Command	Initiator -> Target
1	1	0	Data In (lettura)	Target -> Initiator
1	1	1	Data Out (scrittura)	Initiator -> Target

Trasferimento Asincrono: si usa l' handshake tramite la coppia /REQ -/ACK .

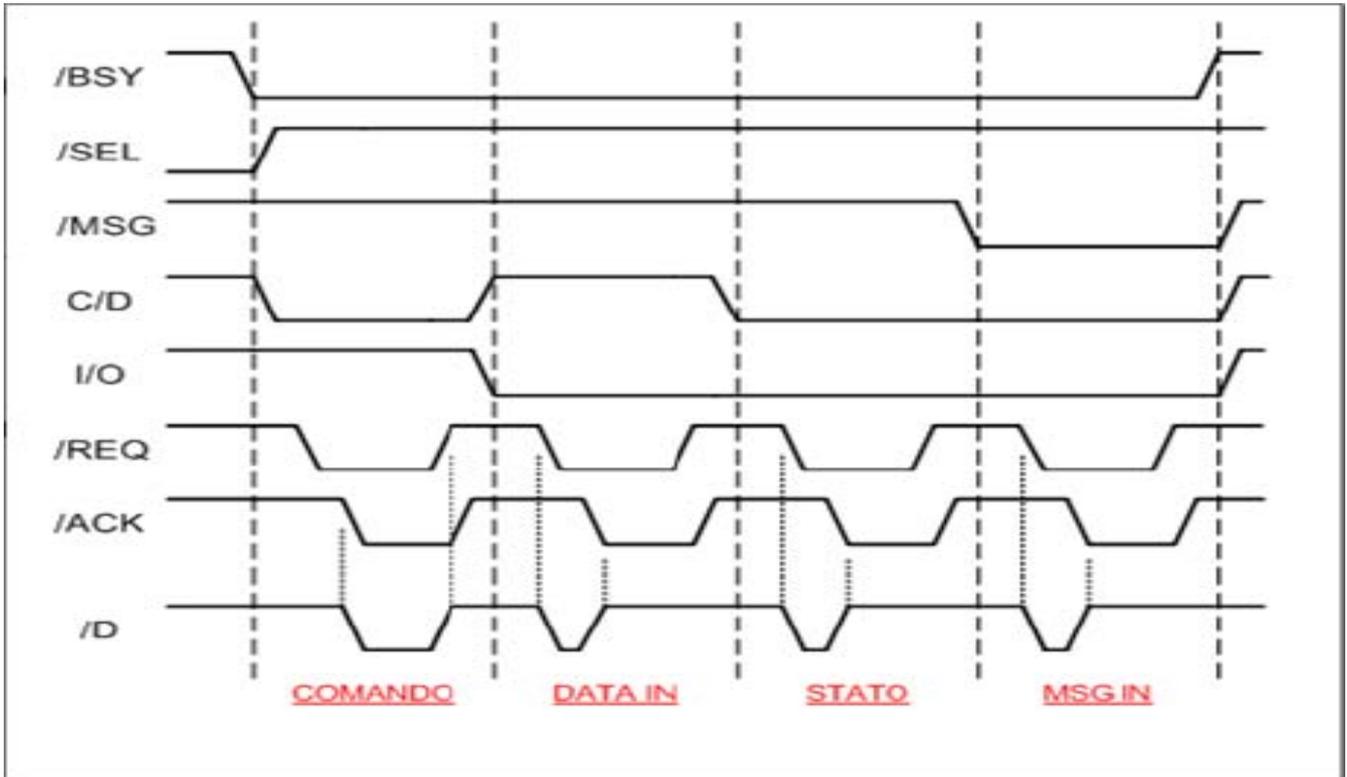
- Scrittura:
  - Il Target asserisce /REQ quando è pronto a ricevere i dati;
  - L'Initiator asserisce /ACK quando questi sono sul bus;
  - Il Target disasserisce /REQ dopo la memorizzazione dei dati;
  - L'Initiator disasserisce /ACK;
- Lettura:
  - /REQ indica che il Target ha posto i dati sul bus;
  - /ACK indica che l'Initiator li ha memorizzati;

Trasferimento Sincrono: il trasferimento è diviso in finestre temporali .

### TRASFERIMENTO ASINCRONO (lettura)



## TRASFERIMENTO ASINCRONO (scrittura)



## TRASFERIMENTO SINCRONO

Si decide preventivamente un numero di /REQ che può non ricevere /ACK, i quali vengono posticipati tutti alla fine dell'operazione, o comunque quando si raggiunge il numero massimo di /REQ

All'arrivo del segnale su /ACK si manda un altro dato.

Un trasferimento di questo genere non è sincrono puro (nel quale /ACK non è mai richiesto), ma sincrono "logico".

Si può effettuare un'operazione sincrona se si conosce a priori la velocità del trasferimento: questo parametro può essere concordato all'inizio, in una delle fasi Message.

