

CAPITOLO 4

IL PROTOCOLLO X-10

Anche se originalmente il protocollo X-10 è stato sviluppato in Europa da un'azienda scozzese, il relativo mercato principale oggi è gli Stati Uniti.

Il protocollo X-10 fa comunicare i trasmettitori ed i ricevitori trasmettendo e ricevendo segnali sui fili della linea elettrica. E' un protocollo molto semplice, non ha bisogno di meccanismi di controllo o di particolari comandi che garantiscano la corretta ricezione. Il metodo di rivelazione dell'errore è il protocollo di trasmissione bifase e trifase.

Nel caso bifase si trasmette per due volte consecutive la stessa informazione; questo permette di avere a disposizione 256 indirizzi diversi, e nel caso in cui più di un modulo debba rispondere allo stesso segnale, basta assegnare lo stesso indirizzo. Questi segnali coinvolgono i burst corti a radiofrequenza che rappresentano le informazioni digitali.

Nel protocollo X-10 a triplice fase i fili sono raggruppati in triplette. Ogni filo in una tripletta trasporta una *fase* .

I regolatori dei sensori X-10, rilevano il passaggio a zero della tensione di powerline e su quello sovrappongono un impulso corto di un segnale con portante a 120KHz sul powerline e questo è ripetuto tre volte; il segnale X-10 non può saltare semplicemente da una fase ad un'altra.

Un accoppiatore semplice di fase, chiamato accoppiatore passivo, consiste di un condensatore di 0.1 microfarad/600v che passa l'impulso dell'elemento portante da una fase ad un'altra.

Nei sistemi di triplice fase sono necessari due accoppiatori.

Il regolatore è fatto per un sistema a 60 Hz.

Per riguardare tutte e tre le fasi, è programmato per trasmettere gli impulsi al passaggio a zero (ZC); a $ZC+2.778$ ms ed a $ZC+5.556$ ms. I secondi e i terzi punti di sincronizzazione coincidono con il passaggio a zero delle seconde e terze fasi.

Se ora prendiamo questo regolatore e lo inseriamo in un sistema a triplice fase a 50 Hz, solo i moduli sulla fase del regolatore riceveranno i relativi ordini.

A 50 Hz i passaggi a zero della seconda fase si presenta a $ZC+6.666$ ms.

Il regolatore trasmette i relativi impulsi ai momenti 'errati'. Questo problema non è limitato ai regolatori. Tutti i trasmettitori progettati per 60 Hz, presenteranno lo stesso problema.

Il protocollo X-10 è un linguaggio di comunicazione che permette ai prodotti compatibili di comunicare per mezzo dei collegamenti elettrici già esistenti in casa. Non è necessario aggiungere altri fili.

Il protocollo X-10 fa comunicare i trasmettitori ed i ricevitori trasmettendo e ricevendo segnali sui fili della linea elettrica. Questi segnali coinvolgono i bursts corti a radiofrequenza che rappresentano le informazioni digitali.

4.1 Teoria della trasmissione

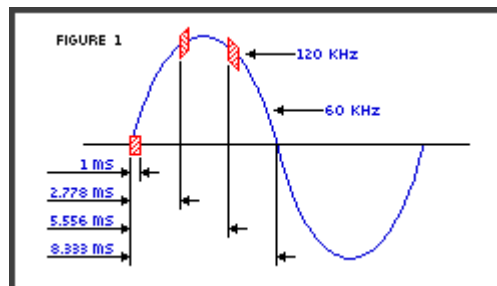
Le trasmissioni X-10 sono sincronizzate col punto di zero crossing del segnale AC. L'obiettivo dovrebbe essere di trasmettere vicino al punto di zero crossing se possibile, ma sicuramente in 200 microsecondi dal punto di zero crossing.

I PL513 ed i TW523 forniscono ad un'onda a 60 Hz un massimo e fanno ritardare di 100 μ sec dal punto di passaggio a zero della linea di corrente alternata. Il massimo fa ritardare fra l'input della busta del segnale ed i bursts dell'uscita da 120 KHz è 50 μ sec.

I dati sono trasmessi bit a bit e rappresentati dalla presenza e assenza della portante a 120 KHz dopo i punti di attraversamento positivi e negativi del segnale elettrico. Un 1 binario è rappresentato da un burst che dura 1 ms nel punto di attraversamento positivo del segnale elettrico; uno zero binario con l'assenza di questo segnale. La finestra temporale di accettazione inizia intorno ai 250 μ s e termina a 900 μ s dopo l'attraversamento dello zero.

Questi bursts di un ms dovrebbero essere trasmessi tre volte per coincidere con il punto di zero crossing di tutte e tre le fasi in un sistema trifase.

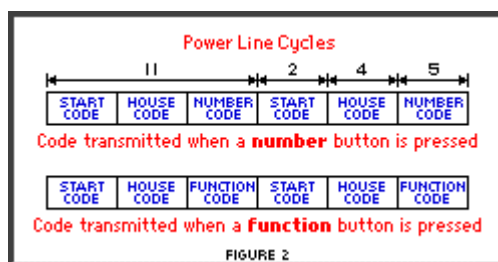
La fig.1 mostra il rapporto di sincronizzazione del passaggio a zero relativo a questi bursts.



Il valore 2,770 è tipico dei dispositivi commercializzati nel Nord America dove i moduli che utilizzano il protocollo X-10 sono più diffusi. La differenza sostanziale tra lo standard europeo e quello americano è l'intervallo temporale esistente tra i bursts inviati. Un'oscillazione a 60 Hz ha un periodo di circa 16.6 ms, questo vuol dire che l'intervallo temporale tra un burst ed un altro è di 2.777 ms. Un'oscillazione a 50 Hz ha un periodo di 20 ms e quindi l'intervallo temporale è di 3.33 ms. Il primo burst coinciderà, a meno di un piccolo errore con l'attraversamento dell'onda; il secondo ed il terzo burst avranno rispettivamente un ritardo di 3.33 e 6.66 ms rispetto all'istante di attraversamento. Ogni bit viene inviato sia allo stato originario che complimentato e ogni sequenza di codice viene inviata due volte. Questo produce un po' di ridondanza ma è la condizione minima che ci permette di superare i problemi introdotti dal rumore di linea che dipendono dalle condizioni al momento della trasmissione.

Una trasmissione completa di codice comprende undici cicli della linea elettrica. I primi due cicli rappresentano un codice di inizio (Start Code). I quattro cicli seguenti rappresentano l'House Code e gli ultimi cinque cicli rappresentano il Number Code (valore da 1 a 16) o il Function Code (on, off, dim, bright, ecc.). Questo blocco completo, (codice di inizio, House Code, codice chiave) dovrebbe essere trasmesso sempre nei gruppi di 2 con 3 cicli della linea elettrica fra ogni gruppo di 2 codici.

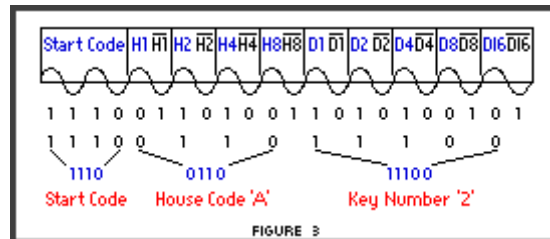
Si veda Figura 2:



All'interno di ogni blocco di dati, ogni codice di quattro cinque bit dovrebbe essere trasmesso nella vera forma sui mezzi cicli alternati della linea elettrica.

Se un burst di 1 millisecondo del segnale è trasmesso su un mezzo (1) ciclo binario allora nessun segnale dovrebbe essere trasmesso sul ciclo seguente (0 binario).

Vedere fig.3:



Le tabelle nella fig. 4 mostrano i codici binari da trasmettere per ogni House Code ed il codice chiave. Il codice di inizio è sempre 1110 che è un codice unico che non segue il vero rapporto sui mezzi cicli alternati.

HOUSE CODES				KEY CODES						
	H1	H2	H4	H8	D1	D2	D4	D8	D16	
A	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0
B	1	1	1	0	2	1	1	1	0	0
C	0	0	1	0	3	0	0	1	0	0
D	1	0	1	0	4	1	0	1	0	0
E	0	0	0	1	5	0	0	0	1	0
F	1	0	0	1	6	1	0	0	1	0
G	0	1	0	1	7	0	1	0	1	0
H	1	1	0	1	8	1	1	0	1	0
I	0	1	1	1	9	0	1	1	1	0
J	1	1	1	1	10	1	1	1	1	0
K	0	0	1	1	11	0	0	1	1	0
L	1	0	1	1	12	1	0	1	1	0
M	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0
N	1	0	0	0	14	1	0	0	0	0
O	0	1	0	0	15	0	1	0	0	0
P	1	1	0	0	16	1	1	0	0	0
				All Units Off	0	0	0	0	1	
				All Lights On	0	0	0	1	1	
				On	0	0	1	0	1	
				Off	0	0	1	1	1	
				Dim	0	1	0	0	1	
				Bright	0	1	0	1	1	
				All Lights Off	0	1	1	0	1	
				Extended Code	0	1	1	1	1	
				Hail Request	1	0	0	0	1	①
				Hail Acknowledge	1	0	0	1	1	
				Pre-Set Dim	1	0	1	X	1	②
				Extended Data (analog)	1	1	0	0	1	③
				Status-on	1	1	0	1	1	
				Status-off	1	1	1	0	1	
				Status Request	1	1	1	1	1	

FIGURE 4

Il codice esteso di dati è seguito da 8 bit del byte che possono rappresentare i dati analogici (dopo la conversione D-A). Non ci dovrebbero essere lacune fra il codice esteso di dati e i dati reali e nessuna lacuna fra i byte di dati. Il primo byte di 8 bit può essere usato per dire quanti byte di dati seguiranno.

Se le lacune sono lasciate fra i byte di dati, questi codici potrebbero essere ricevuti dai moduli dell' X-10 che causano il funzionamento errato.

Il codice esteso è simile ai dati estesi: 8 bit del byte che seguono il codice esteso (senza le lacune) possono rappresentare i codici supplementari.

Questo permette che il progettista si espanda attualmente oltre i 256 codici disponibili.

Ad esempio, se devo trasmettere il bit 1, nel primo mezzo ciclo sarà presente un burst della durata di 1 ms alla frequenza di 120 KHz, mentre nel secondo mezzo ciclo non verrà trasmesso alcun burst. Per trasmettere il bit 0, la trasmissione del burst avverrà nel secondo mezzo ciclo di segnale.

Un discorso analogo può esser fatto per quanto riguarda gli ultimi 5 cicli, durante i quali vengono trasmessi 10 bit utilizzando sempre la codifica vero/complementato. Se D16 è posto a "1" il codice è una funzione; se D16 è posto a "0", D1-D8 rappresentano un indirizzo. Una volta indirizzato il modulo risponde a ogni funzione di comando successivo. L'indirizzamento non è più attivo o in seguito ad un indirizzamento successivo o ad un messaggio di comando o a un "All Unit Off".

Esistono altri due tipi di codici detti di dim e Bright. Ogni blocco completo viene trasmesso due volte successive e tra ogni doppio blocco intercorrono tre cicli di segnale elettrico, che corrispondono alla trasmissione della stringa "000000".

A questo particolare formato fanno eccezione sia i segnali di dim che di bright, i quali possono essere trasmessi in maniera continuativa senza gap tra gli 11 dim code o tra gli 11 bright code. Una funzione molto comoda e importante è la funzione di Extended Data e dell'Extended Code. L'Extended Code permette aggiungere dei bytes al messaggio senza che essi vengano "visti" dai moduli che rispondono allo standard X-10. Con esso vengono resi noti la quantità e la natura dei dati che il trasmettitore deve inviare in modo da evitare, dove è possibile la collisione, e nel caso che si sia già verificata, rivelarla e risolvere la contesa. Il codice di Extended Data viene seguito da 8 bit che possono essere utilizzati per trasmettere diversi tipi di informazioni. L'Hail request viene trasmesso per verificare se ci sono altri trasmettitori X-10 compatibili durante il range di ascolto. L'aspetto più delicato di questo tipo di trasmissione è la necessità di dover rilevare il punto di attraversamento dello zero con il quale devono essere sincronizzati sia il trasmettitore che il ricevitore. Il ricevitore apre la sua finestra di ricezione due volte per ogni ciclo di segnale .

Quando un modulo vuol trasmettere aspetta per circa 8, 9 o 10 mezzi cicli di segnale durante i quali la linea non deve essere impiegata per la trasmissione di alcun dato. La scelta della terna sopra riportata avviene in maniera casuale e si ripete per ogni tentativo di accesso al canale.

Se un solo bit viene riscontrato sulla linea il trasmettitore deve restare in attesa per un'altra decina di mezzi cicli di segnale. Quando l'accesso è stato ottenuto, il trasmettitore deve controllare che durante la trasmissione del bit 0 nessun trasmettitore inizi a trasmettere. Se si verifica una collisione il trasmettitore deve interrompere immediatamente la trasmissione e ripetere nuovamente la procedura di accesso alla rete.

Possiamo quindi dire che X-10 rappresenta il più semplice standard che permette di implementare un sistema di controllo su PLC, dotato anche di un semplice algoritmo di rivelazione dell'errore.