

# DECODIFICATORE FSK/RTTY PER PC

Attacca la radio al computer e... vedrai quante sorprese! Con questa semplice scheda e un programma di gestione veramente minimo, potrai ricevere in tempo reale i dispacci e i fotofax delle agenzie di stampa sparse in tutto il mondo, nonché le carte meteo delle principali stazioni di rilevamento, che ritrasmettono anche le immagini elaborate dai satelliti.

di Adolfo Melilli, IV3BYA

**I**l circuito e il software che presentiamo sono stati sviluppati pensando a chi, finora, si è arreso di fronte alla complessità circuitale di un decoder per radiotelescrivente, o alle dimensioni, al peso e alla rumorosità di una *teletype* elettromeccanica, come le gloriose apparecchiature del surplus.

Per ricevere emittenti modulate in FSK è necessario procurarsi o, meglio,

autocostruirsi, un opportuno circuito demodulatore che consenta al computer di elaborare i segnali presenti in uscita dal ricevitore.

Il decoder che presentiamo qui fa esattamente questo: usato insieme a un semplice programma BASIC (riportato in Figura 2) trasforma il PC in un decoder RTTY (radioteletype, cioè radiotelescrivente) capace di maneggiare differenti

velocità, differenti tipi di FSK e diversi sistemi di trasmissione dei *mark* e degli *space* (qualcosa di analogo agli un e agli zero della numerazione binaria).

Il metodo di decodifica usato dal nostro circuito non è dei più sofisticati, ma funziona e, in compenso, la realizzazione è estremamente semplice. Inoltre, questo sistema può servire da spunto e da guida per esperimenti successivi.

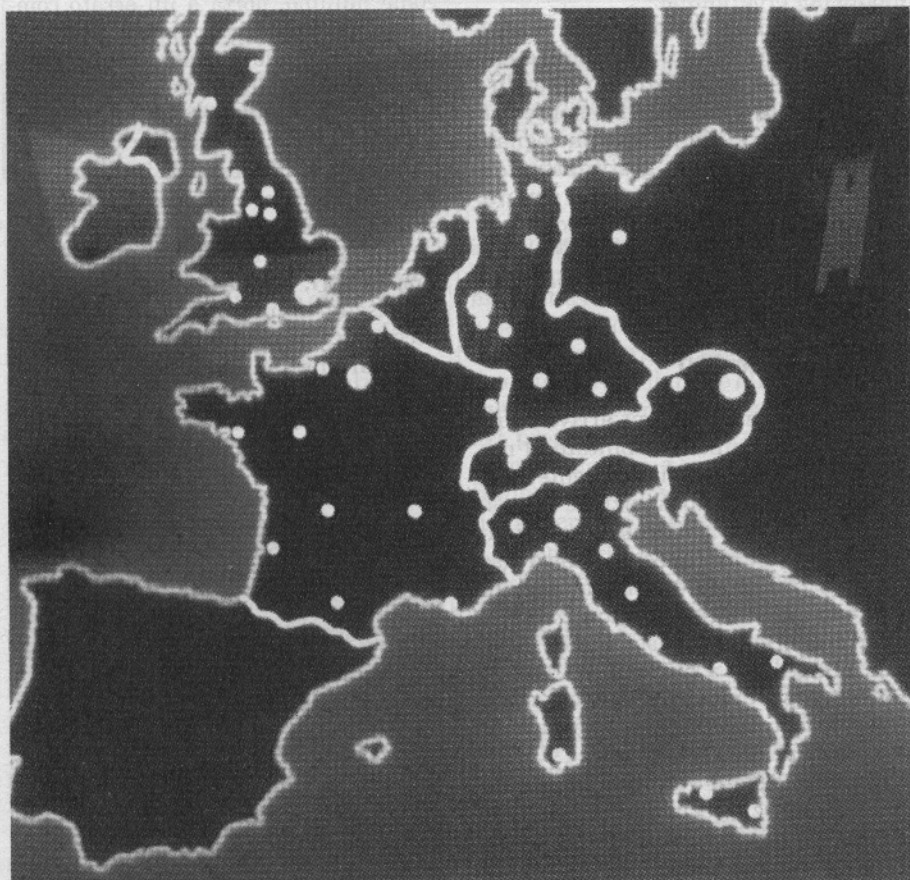
## Tecniche di trasmissione FSK

La maggior parte delle trasmissioni di dati, siano esse notiziari, previsioni meteorologiche, oppure traffico amatoriale in una rete radio, avviene sfruttando il principio dello spostamento di frequenza (FSK). I dati da trasmettere sono in forma binaria, e quindi composti da tanti "uno" e "zero" logici. La sequenza di uni e zeri viene usata per spostare la frequenza del trasmettitore, cosicché all'uscita di quest'ultimo ci saranno due frequenze distinte e alternate, proprio come un segnale SSB generato modulando il trasmettitore con due toni alternati.

La più alta delle due frequenze determina l'uno logico, diventato in questo caso "mark", la più bassa determina lo zero, chiamato in questo contesto "space"; i due toni e la loro distanza misurata in hertz variano a seconda dello standard usato.

Un byte di dati può essere mandato in modo *non sincronizzato* o *asincrono*, a patto che sia preceduto da un bit di start. Questo farà sì che il terminale ricevente si prepari a leggere e interpretare correttamente i successivi bit che verranno e che comporranno quel byte. In coda ai dati veri e propri vengono aggiunti uno o due bit di stop, che servono a dare un po' di tempo all'apparecchio ricevente affinché possa assemblare in un unico byte i singoli bit che ha appena ricevuto.

Tenendo conto del bit di testa e di coda (start e stop) e tenendo conto che ogni byte trasmesso è composto da 8 bit, ogni pacchetto inviato è composto da dieci o più bit. Per ridurre tale numero, e di conseguenza la banda di frequenze occupata durante la trasmissione, i pacchetti vengono ridotti a sette bit e mezzo:



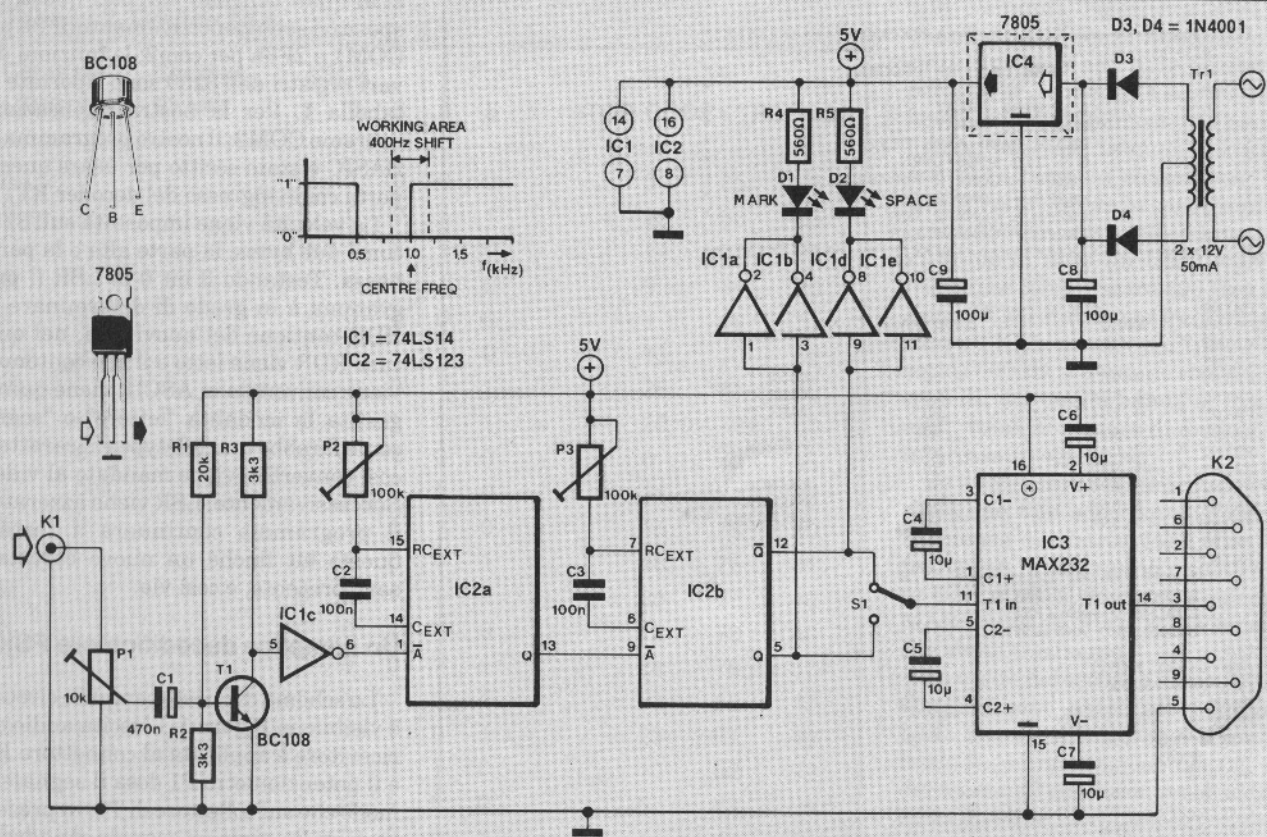


Figura 1. Schema elettrico del decoder FSK. Viene impiegato un integrato MAX232 per assicurare livelli di segnale corretti alla porta COM2 del computer.

cinque bit di dati, uno di start e uno e mezzo di stop; questa riduzione limita giocoforza il numero dei simboli che si possono inviare, in quanto cinque bit producono solo 32 combinazioni.

Se si trasmette in linguaggio "chiaro", cioè si invia del puro testo alfabetico, 32 simboli sono sufficienti a rappresentare l'intero alfabeto. Nel sistema RTTY (radiotelegrafante), uno dei 32 codici è riservato e viene usato come "commutatore in modalità dei segni", fa cioè da prefisso a un altro gruppo di caratteri utilizzabili per i numeri e i segni di punteggiatura.

Nella pagina dei segni, esiste un simbolo che fa da commutatore alla pagina delle lettere e riporta l'apparecchio ricevente in modalità alfabetica. La codifica dei trentadue simboli avviene secondo la convenzione di Murry, o più frequentemente, di Baudot.

Per mantenere la banda di frequenza più stretta possibile, durante una trasmissione di dati in onde corte, è necessario che la velocità di invio e l'entità dello spostamento di frequenza restino entro certi limiti. La velocità normale, in termini di bit trasmessi al secondo

(Baud rate) è compresa tra 45 e 75 Baud. Alla velocità di 50 bit/secondo, un bit è lungo 20 millisecondi; usando un tono a un KHz per indicare un "1", si trasmettono 20 periodi completi di quel tono.

Giunto al ricevitore, il segnale modulato in FSK viene riconvertito in frequenze udibili, grazie a un BFO (oscil-

latore di battimento); da notare che NON è necessario che le due note riprodotte in fase di ricezione siano le stesse note generate in partenza! Per la discriminazione delle due note, cioè per separare gli zeri dagli uni, ovvero i Mark dagli Spaces, si usano due sistemi, quello a filtri e quello a PLL.

Tabella 1. Funzioni dei registri nella UART 8250

| Indirizzo | LCR bit 7 | Funzione                      |
|-----------|-----------|-------------------------------|
| base + 0  | 0         | Tx holding reg. (THR) (write) |
| base + 0  | 1         | Rx data reg. (RDR) (read)     |
| base + 1  | 1         | baud rate divisor low (BRDL)  |
| base + 1  | 0         | baud rate divisor high (BRDH) |
| base + 2  | x         | interrupt enable reg. (IER)   |
| base + 3  | x         | interrupt ID reg. (IIR)       |
| base + 4  | x         | line control reg. (LCR)       |
| base + 5  | x         | modem control reg. (MCR)      |
| base + 6  | x         | line status reg. (LSR)        |
|           |           | modem status reg. (MSR)       |

x = non determinante

```

10  \ *****
20  \ *
30  \ *
40  \ *
50  \ *
60  \ *
70  \ *
80  \ *
90  \ *
100 \ *
110 \ *
120 \ *
130 \ *****
140 \
150 CLS
160 PRINT
170 PRINT "      FREQ          BAUD RATE "
180 PRINT "      ----          -"
190 PRINT
195 PRINT "  20.967          50          TASS "
200 PRINT "  18.404          50          TASS "
210 PRINT "  18.194          50          TASS "
220 PRINT "  18.439          50          "
230 PRINT "  18.049          50          FRENCH "
240 PRINT "  15.937          50          "
250 PRINT "  13.490          50          FRENCH "
260 PRINT "   8.064          50          FRENCH "
270 PRINT "   7.594          50          BELGRADE "
280 PRINT
290 PRINT
300 INPUT "Enter baud rate ",B
310 BRD=1843200/(16*B)
320 BRDL=BRD AND &HFF
330 BRDH=(BRD AND &HFF00)/256
340 CLS
350 DIM L(31),F(31)
360 FOR J=0 TO 31
370 READ L(J)
380 NEXT J
390 FOR J=0 TO 31
400 READ F(J)
410 NEXT J
420 OUT &H2FB,&H84
430 OUT &H2F8,BRDL
440 OUT &H2F9,BRDH
450 OUT &H2FB,&H4
460 S=INP (&H2FD)
470 K=S AND 1
480 IF K=0 THEN GOTO 460
490 A=INP (&H2F8)
500 IF A=27 THEN G=1
510 IF A=31 THEN G=0
520 IF G=0 THEN PRINT CHR$(L(A)); ELSE PRINT CHR$(F(A));
530 OUT &H2FD,0
540 GOTO 460
550 DATA 00,69,10,65,32,83,73,85,13,68,82,74,78,70,67,75,84,90,76,87,72,89,
80,81,79,66,71,00,77,88,86,00
560 DATA 00,51,10,45,32,39,56,55,13,36,52,07,44,62,58,40,53,43,41,50,60,54,
48,49,57,63,42,00,46,47,61,00

```

Figura 2. Listato del programma di controllo del decoder, scritto in BASIC.

zi ai quali vengono mappati questi dispositivi sono rispettivamente 3F8h per COM1 e 2F8h per com2; le funzioni dei vari registri dell'8250 sono riportate in tabella 1. Per la nostra applicazione useremo COM2; il nostro programma in BASIC è stato scritto per usare questa porta come ingresso del decoder RTTY.

La velocità viene impostata sull'8250 come due bytes, la parte alta e la parte bassa. Testando il bit 0 di LSR il programma è in grado di determinare se RDR contiene dei nuovi dati, nel qual caso RDR viene letto e il suo contenuto viene convertito in ASCII; viene quindi gestita la modalità "lettere" o "segni" come farebbe una teletype e il carattere così convertito viene mandato al video. Successivamente, LSR viene azzerato e il programma continuerà a testare questo bit finché un nuovo carattere sarà presente, e così via.

### Un semplice decodificatore FSK

Lo schema di questo semplice circuito è visibile in Figura 1. L'uscita audio del ricevitore è applicata al connettore K1, e il potenziometro P1 dosa il segnale in modo che sul collettore di T1, in presenza di audio, ci sia un segnale squadrato; queste onde rettangolari saranno la versione digitale dei toni prodotti dal ricevitore che, ovviamente, dovrà essere sintonizzato in modo da generare le giuste frequenze audio.

I toni digitalizzati sono inviati, tramite il trigger di Schmitt IC1c al multivibratore monostabile retriggerabile IC2a. Quest'ultimo deve essere regolato, agendo sul potenziometro P2, affinché il suo ciclo sia di circa 1 millisecondo.

### Decodifica FSK su un PC

L'MS-DOS e molti altri programmi per PC adatti a gestire le telecomunicazioni su porta seriale, permettono di regolare il BAUD-RATE delle porte stesse (COM1 e COM2) a velocità non inferiori a 110; inoltre, il formato dei dati può variare solo tra sette e otto bit, mentre i bit di stop possono solo essere uno o due. Per ricevere le trasmissioni FSK in onde corte, dovremo impostare la velocità della porta a valori bassi, 45 bit al secondo, per esempio, e gli stop dovranno essere 1 e mezzo; un formato decisamente inusuale per la maggior parte degli utenti di PC!

La maggior parte dei PC usa un UART 8250 come componente attivo per le porte seriali COM1 e COM2, gli indiriz-

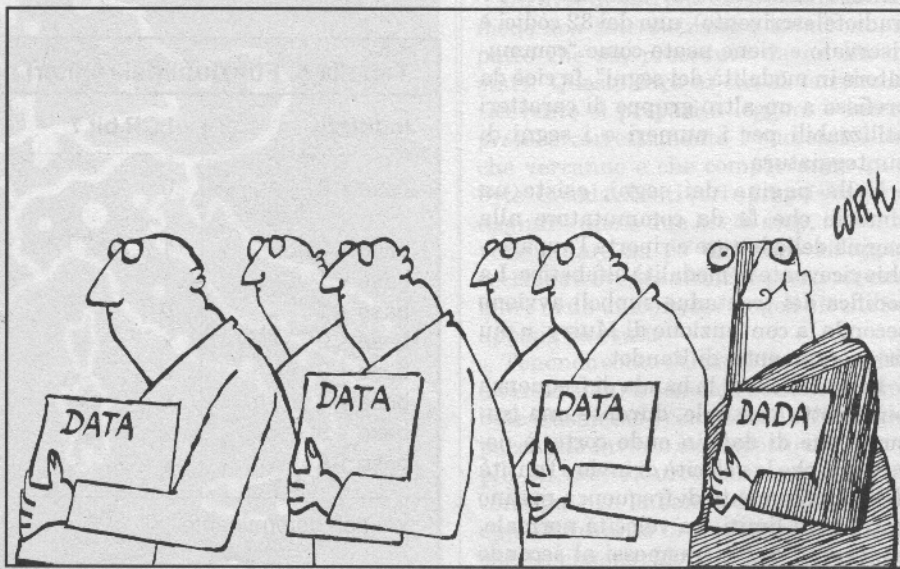


Tabella 2. Codice TTY.

| Carattere |      | Codifica | ASCII |   |   |   |   | STOP CODE |      |    |
|-----------|------|----------|-------|---|---|---|---|-----------|------|----|
| LTRS      | FIGS | START    | 1     | 2 | 3 | 4 | 5 | LTRS      | FIGS |    |
| A         | -    |          | 1     | 1 | 0 | 0 | 0 | 3         | 65   | 45 |
| B         | ?    |          | 1     | 0 | 0 | 1 | 1 | 25        | 66   | 63 |
| C         | :    |          | 0     | 1 | 1 | 1 | 0 | 14        | 67   | 58 |
| D         | \$   |          | 1     | 0 | 0 | 1 | 0 | 9         | 68   | 36 |
| E         | 3    |          | 1     | 0 | 0 | 0 | 0 | 1         | 69   | 51 |
| F         | >    |          | 1     | 0 | 1 | 1 | 0 | 13        | 70   | 62 |
| G         | *    |          | 0     | 1 | 0 | 1 | 1 | 26        | 71   | 42 |
| H         | <    |          | 0     | 0 | 1 | 0 | 1 | 20        | 72   | 60 |
| I         | 8    |          | 0     | 1 | 1 | 0 | 0 | 6         | 73   | 56 |
| J         | bell |          | 1     | 1 | 0 | 1 | 0 | 11        | 74   | 07 |
| K         | (    |          | 1     | 1 | 1 | 1 | 0 | 15        | 75   | 40 |
| L         | )    |          | 0     | 1 | 0 | 0 | 1 | 18        | 76   | 41 |
| M         | .    |          | 0     | 0 | 1 | 1 | 1 | 28        | 77   | 46 |
| N         | ,    |          | 0     | 0 | 1 | 1 | 0 | 12        | 78   | 44 |
| O         | 9    |          | 0     | 0 | 0 | 1 | 1 | 24        | 79   | 57 |
| P         | 0    |          | 0     | 1 | 1 | 0 | 1 | 22        | 80   | 48 |
| Q         | 1    |          | 1     | 1 | 1 | 0 | 1 | 23        | 81   | 49 |
| R         | 4    |          | 0     | 1 | 0 | 1 | 0 | 10        | 82   | 52 |
| S         | '    |          | 1     | 0 | 1 | 0 | 0 | 5         | 83   | 39 |
| T         | 5    |          | 0     | 0 | 0 | 0 | 1 | 16        | 84   | 53 |
| U         | 7    |          | 1     | 1 | 1 | 0 | 0 | 7         | 85   | 55 |
| V         | =    |          | 0     | 1 | 1 | 1 | 1 | 30        | 86   | 61 |
| W         | 2    |          | 1     | 1 | 0 | 0 | 1 | 19        | 87   | 50 |
| X         | /    |          | 1     | 0 | 1 | 1 | 1 | 29        | 88   | 47 |
| Y         | 6    |          | 1     | 0 | 1 | 0 | 1 | 21        | 89   | 54 |
| Z         | +    |          | 1     | 0 | 0 | 0 | 1 | 17        | 90   | 43 |
| BLANK     |      |          | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | 0         | 00   | 00 |
| SPACE     |      |          | 0     | 0 | 1 | 0 | 0 | 4         | 32   | 32 |
| CR        |      |          | 0     | 0 | 0 | 1 | 0 | 8         | 13   | 13 |
| LF        |      |          | 0     | 1 | 0 | 0 | 0 | 2         | 10   | 10 |
| FIGS      |      |          | 1     | 1 | 0 | 1 | 1 | 27        | 00   | 00 |
| LTRS      |      |          | 1     | 1 | 1 | 1 | 1 | 31        | 00   | 00 |

Questo significa che i segnali con frequenza superiore a 1 kHz manterranno questo dispositivo perennemente atti-

vato; infatti, verrà avviato un nuovo ciclo prima che quello già in atto possa terminare.

Frequenze più basse di 1 kHz come ad esempio il più basso dei toni dell'FSK, invece, permetteranno all'uscita del monostabile di tornare a zero prima che venga di nuovo "riarmata". Un secondo monostabile, IC2b, usa come trigger l'uscita del primo, e la sua costante di tempo deve essere regolata regolando P3 per un valore di 2 millisecondi.

Questo monostabile sarà riarmato solo da una transizione dell'uscita del primo monostabile, ma come abbiamo visto, c'è un solo caso in cui il primo monosta-

bile commuta ripetitivamente, ed è quando la frequenza in ingresso al circuito è inferiore a 1 KHz. D'altro canto, però, se la frequenza è superiore a 500 hertz, il secondo monostabile non riesce mai ad azzerare in quanto il suo ciclo non fa in tempo a concludersi; la sua uscita resta stabile in condizioni di ON (uno). Abbiamo così realizzato un circuito in grado di dare un UNO stabile per frequenze comprese tra 500 Hz e 1 KHz, e uno ZERO stabile per frequenze superiori a 1 KHz, mentre per tutto ciò che è sotto i 500 Hz si avranno commutazioni casuali, ma quella banda di frequenze appartiene al rumore di fondo e non ci interessa in ogni caso.

Se il ricevitore è sintonizzato in modo che i due toni sono equidistanti dalla frequenza di centro, cioè 1 KHz, le due frequenze produrranno rispettivamente UNI e ZERI, in corrispondenza dei MARK e degli SPACE del messaggio che viene trasmesso.

Le uscite del secondo monostabile Q e Qnegato sono usate per pilotare due LED. Questo monitor visivo rende più facile la sintonizzazione del ricevitore; dal momento che ci sono molti MARK e SPACE, i due LED lampeggeranno con eguale intensità quando si è sintonizzati al centro tra i due toni.

Il deviatore S1 preleva il segnale del monostabile dall'uscita vera o da quella negata; è molto comodo e importante avere la possibilità di invertire la fase del segnale digitale; successivamente i dati sono inviati all'integrato MAX232, un dispositivo di interfacciamento TTL-RS232 che, grazie al convertitore DC-DC incorporato, genera le tensioni di +10 volt e -10 volt, richieste dallo standard seriale EIA RS232.

Settata correttamente la porta seriale; il baud-rate, i bit dei dati, la parità, i bit di stop, la ricezione RTTY dovrebbe essere immediata e semplice. Il codice a 5 bit verrà tradotto in ASCII e visualizzato normalmente sul display.

La taratura dei trimmer non dovrebbe essere critica, poiché la regolazione fine si effettua sulla sintonia del ricevitore. L'inversore di fase S1 può occasionalmente essere utile se il ricevitore demodula in modo rovesciato, come quando si sintonizza, ad esempio, una emittente LSB con il ricevitore in modalità USB.

Infine, questo circuito è alimentato da una tensione singola di 5 volt. Anche se la corrente assorbita non è elevata, non tentate di alimentare il modem direttamente dalle linee della porta seriale.

Tabella 3. Connessioni dal decoder al PC.

| Decoder (D9) | PC (D9) | PC (D25) | Signal |
|--------------|---------|----------|--------|
| 5            | 5       | 7        | ground |
| 3            | 2       | 3        | RxD    |