

VH ELECTRONICS

Tel./Fax: +421 42 4434050, 4431140

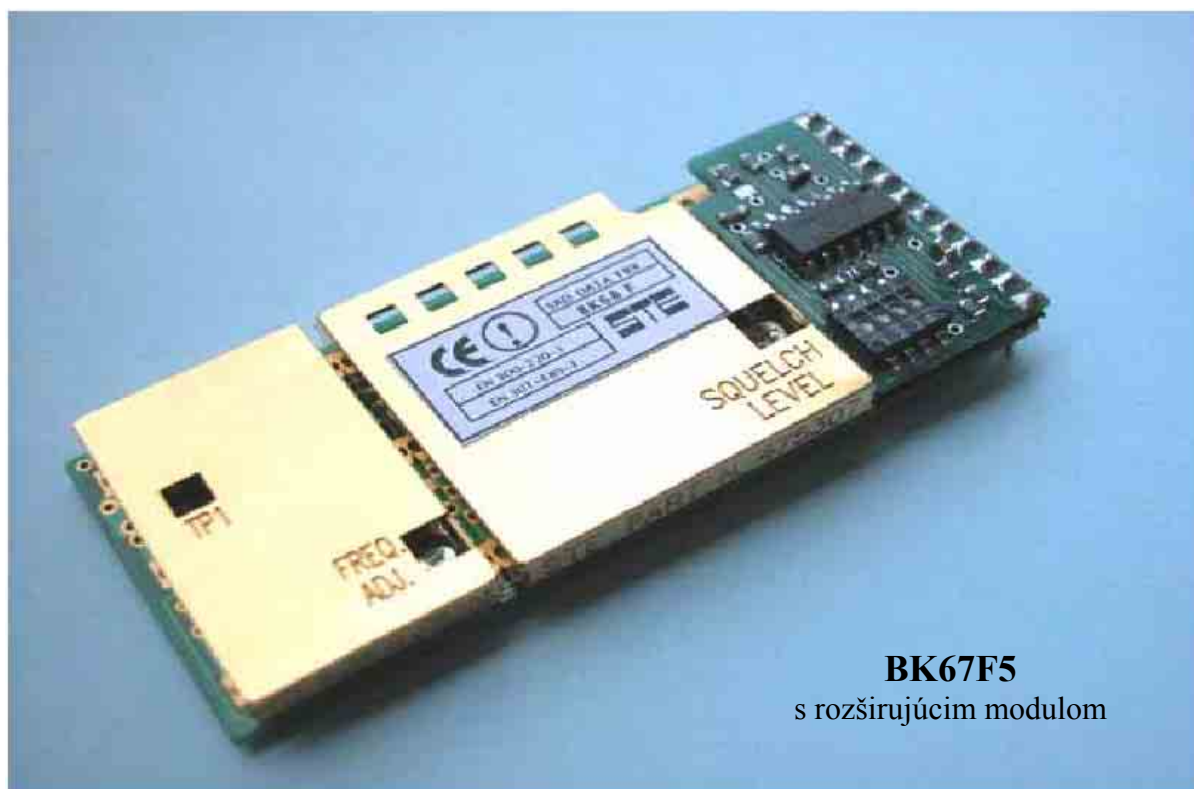
e-mail: elcad-vh@psg.sk

Sady Cyrila a Metoda 21/14
018 51 Nová Dubnica
SLOVENSKÁ REPUBLIKA

Výrobca: STE s.a.s. ELETTRONICA TELECOMUCAZIONI

**PLL syntézovaná dátová rádiostanica
433,05 – 434,79 MHz ISM pásmo**

BK67



BK67F5
s rozširujúcim modulom

UŽÍVATEĽSKÝ A SERVISNÝ MANUÁL

Ver. 1. 1

Všeobecný popis

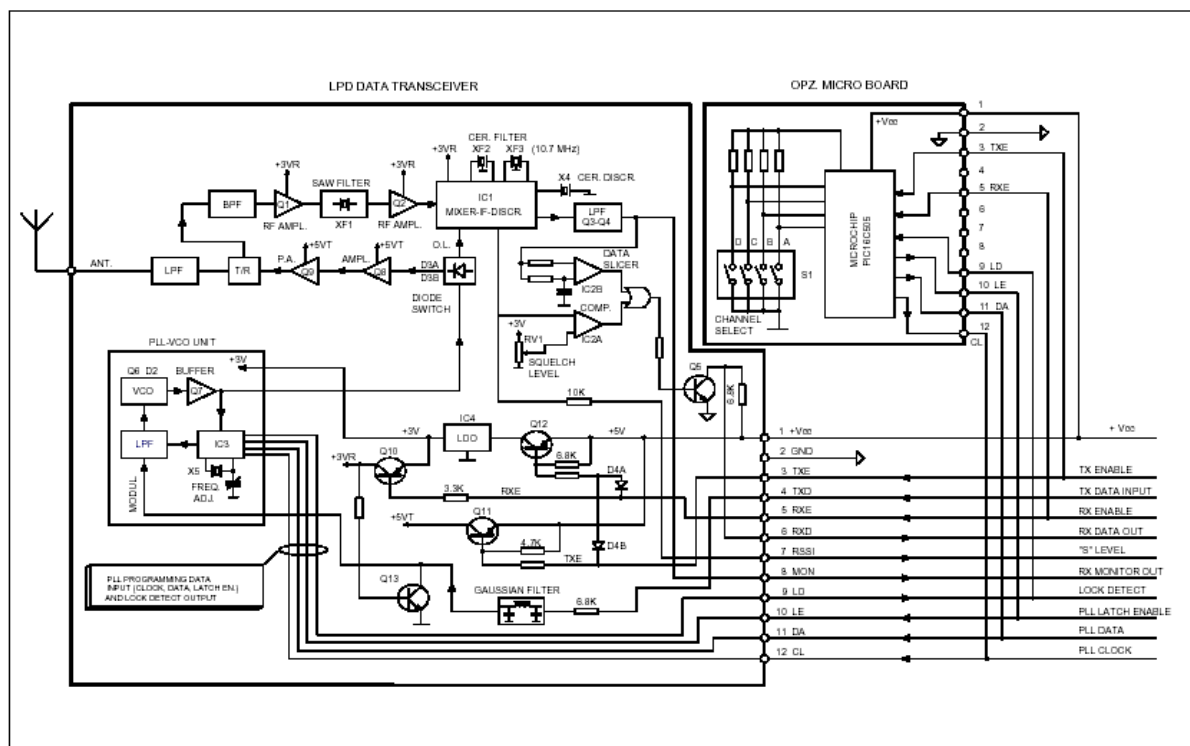
BK67F5 je syntézovaná UHF rádiostanica pre aplikácie s bezdrôtovým prenosom dát. Rádiostanica pracuje v ISM pásme vo frekvenčnom rozsahu 433,05 - 434,79 MHz a je konštruovaná tak, aby vyhovovala Európskemu Štandardu podľa EN 300-220-3 a EN 301-489-3 v zhode s odporúčaním CEPT-ERC-REC 70-03.

Rádiostanica používa presný, kryštálom riadený nízkošumový fázový záves. Prijímač má vysokú citlivosť (-105 dBm) a vysielač veľký výstupný výkon (20 mW). Veľký RF výstupný výkon dovoľuje použitie antény s malým ziskom (cievka - helical, provizórna, loop, navrhnutá na DPS) pre zachovanie obmedzenia 10 mW ERP (maximálny vyžiarený výkon).

BK67F5 je konštruovaná pre priame pripojenie mikrokontroléra (MCU) na monitorovanie a nastavenie prijímacieho a vysielačieho módu a programovanie (cez 3-drôtový sériový interface) RX a TX frekvencií. V bežnej aplikácii MCU ovláda tiež komunikačný protokol t.j. prepínanie medzi vysielačím a prijímacím módom, preambulu, štartovací byt, kódovací a dekódovací bit a iné dôležité operácie.

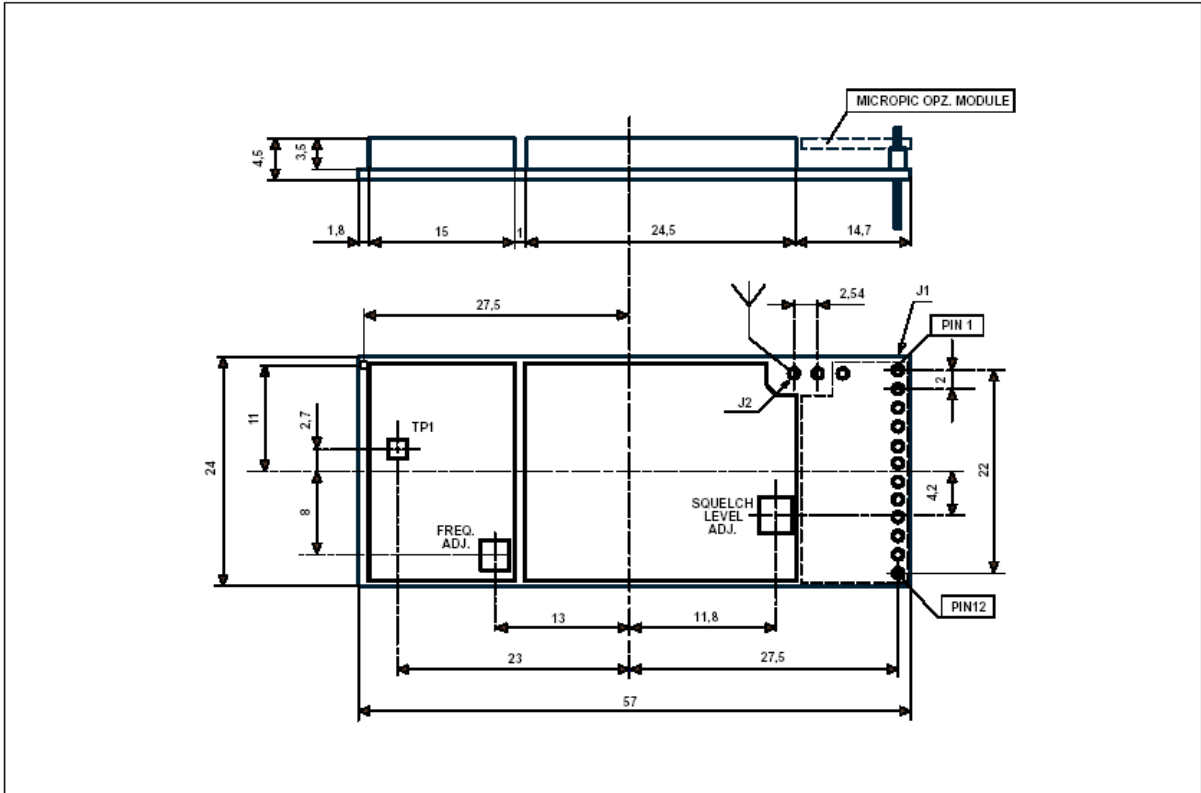
Rozširujúci modul nastavovanie kanálov

K rádiostanici je možné ako príslušenstvo objednať malý mikroprocesorom riadený modul, ktorý pripojíme priamo na rádiostanicu na konektor J1. Modul odstraňuje potrebu externého programovania TX a RX frekvencií. Pomocou 4-miestneho dip-prepínača si môžeme ľahko vybrať ktorýkoľvek zo 16 výrobcov predprogramovaných RF kanálov, alebo nami preprogramovaných kanálov.

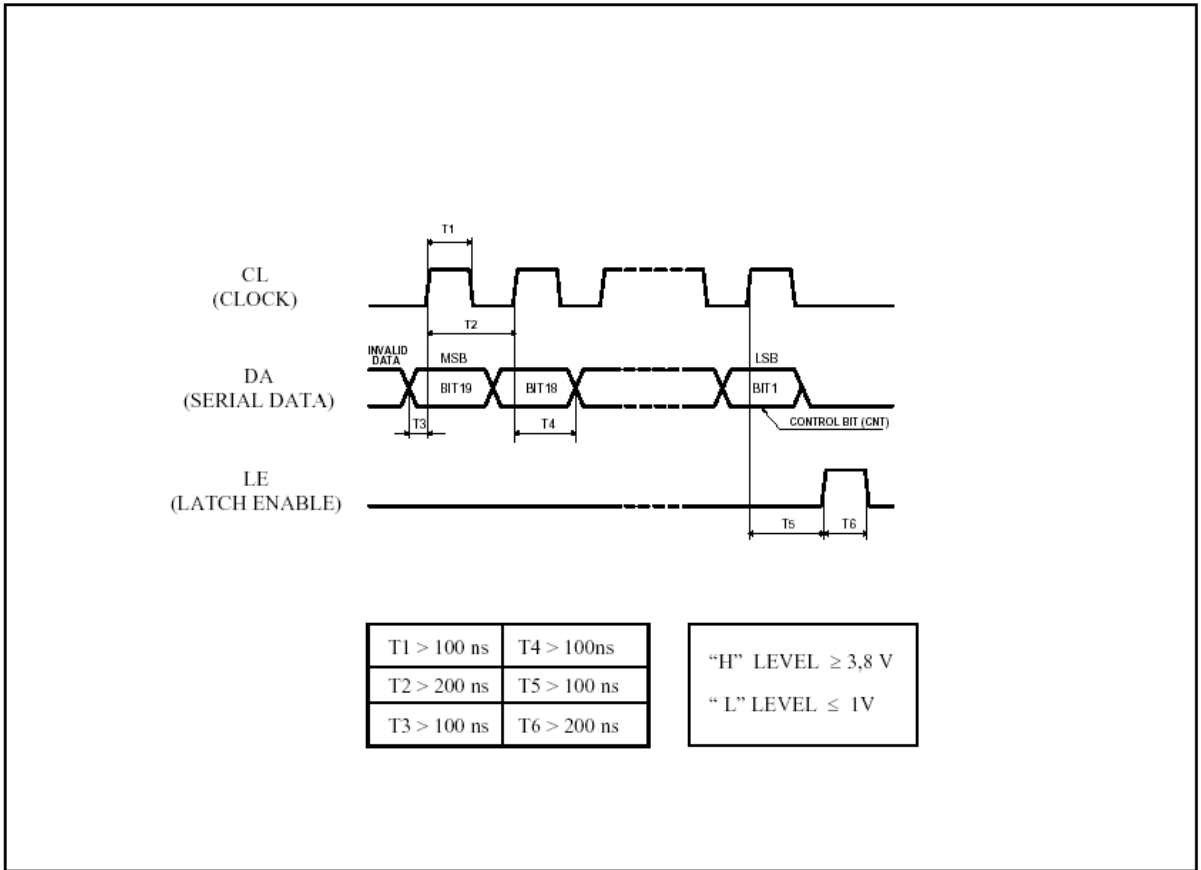


Obr. 1 Funkčná bloková schéma

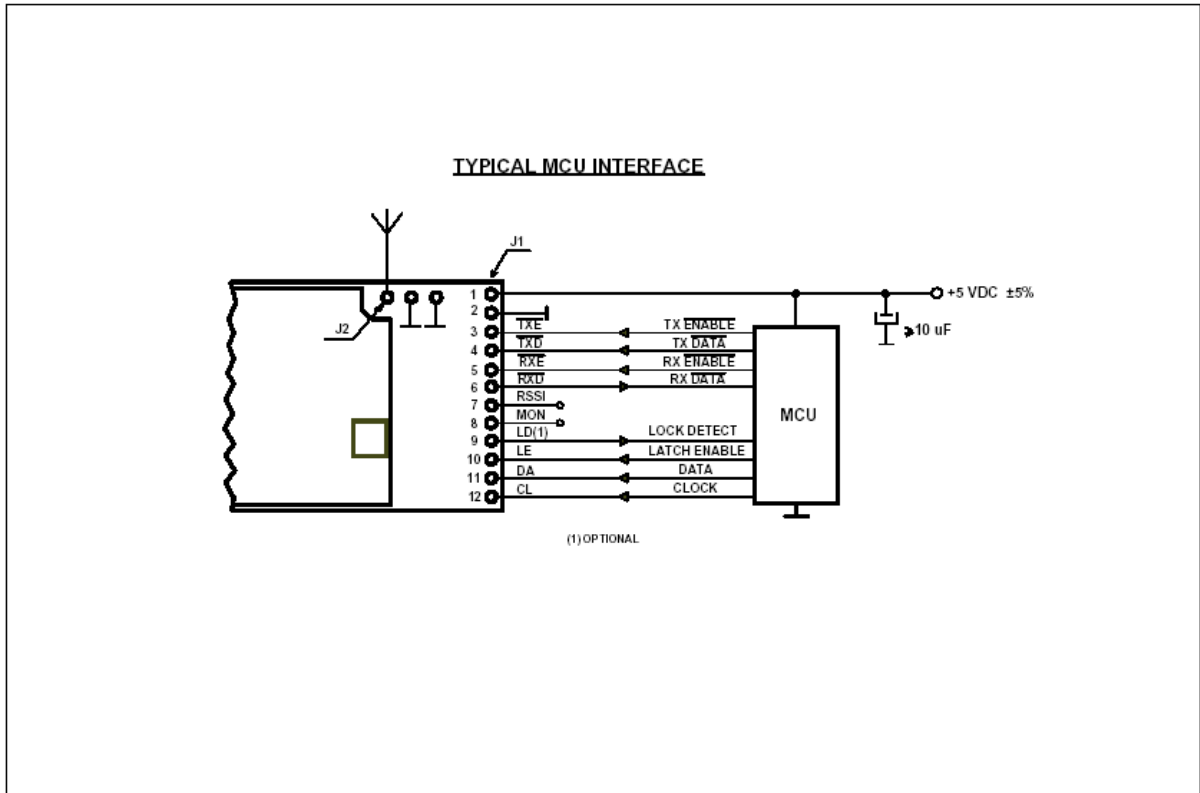
BK67F5 Špecifikácia					
Všeobecné					
Frekvenčný rozsah	432,000		436,000	MHz	(1)
Šírka kanála	150	200		kHz	
Frekvenčný programovateľný krok	25	50	100	kHz	
Frekvenčná stabilita		±4	±7	kHz	(2)
Dátová rýchlosť	7,2		64	kBaud	
Impedancia antény		50		Ohm	
Napájacie napätie					
Napájacie napätie	4,75	5	5,25	V	
Odber prúdu – spánok		1	10	uA	
Odber prúdu – RX mód		21	24	mA	
Odber prúdu – TX mód		30	35	mA	
Pracovná teplota	- 20		+ 60	°C	
Vysielač					
RF výstupný výkon	15		20	mW	(3)
Rušivé vyžarovanie			- 50	dBc	
Modulovaná frekvencia	3,5		32	kHz	(4)
FM zdvih		30		kHz	(4)
R/T prepínací čas		2		ms	(5)
Čas prepnutia kanálu		1		ms	(5)
Prijímač					
Citlivosť	- 102	- 106		dBm	
Selektivita		40	30	dB	(6)
Potlačenie harmonických frekvencií		50		dB	
Dynamický rozsah		100		dB	
Rozsah nastavenia šumovej brány	- 115	- 110	-70	dBm	
T/R prepínací čas		1,5		ms	(5)
Čas prepnutia kanálu		500		us	(5)
Rozmery					
Rozmery	57 x 24 x 4,5 mm				
Hmotnosť					
Hmotnosť	10g				
Poznámky: 1 – CEPT obmedzenie ISM pásma 433,05 – 434,79 MHz 2 – Mimo teplotný pracovný rozsah 3 – Výkon do 50 Ohm. CEPT max. ERP = 10mW 4 – Obdĺžnikový signál úrovne 0-5 Vdc 5 – Čas zachytenia PLL 6 – Pri Fo ±200 kHz					



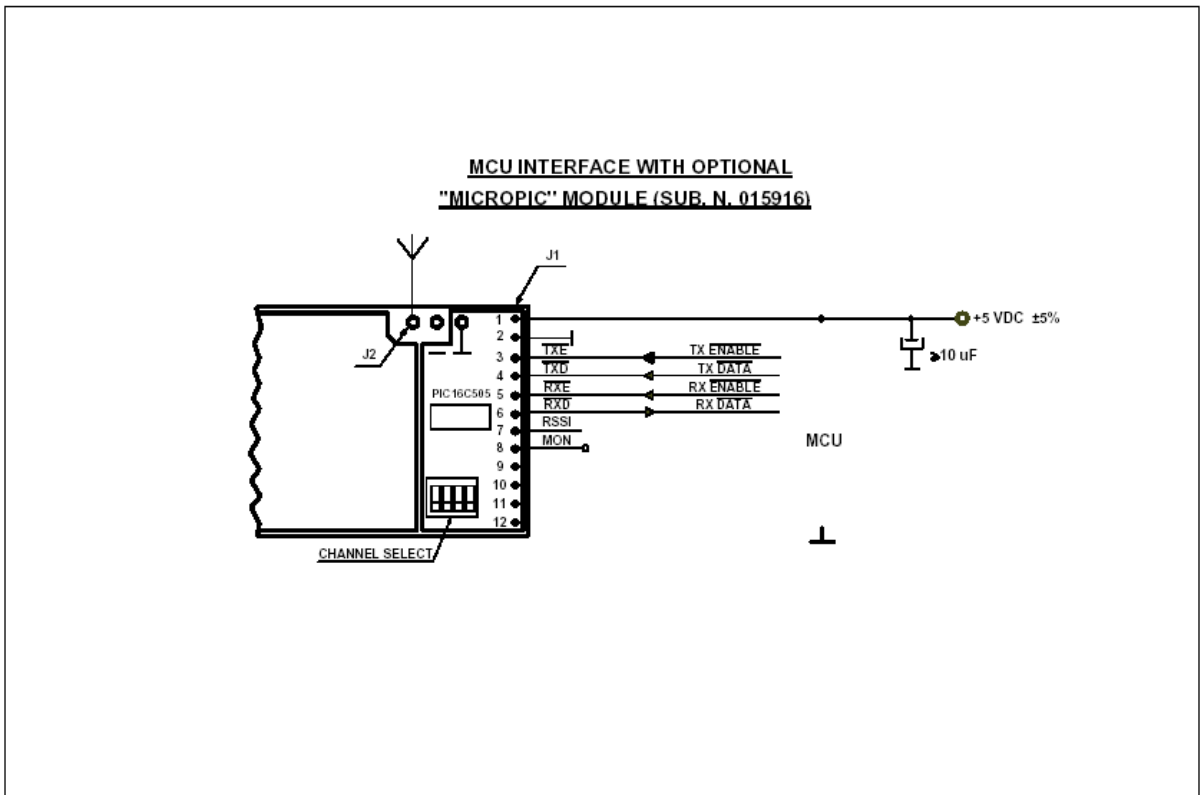
Obr. 2 Mechanické rozmery



Obr. 3 Sériový interface, časový diagram



Obr. 4 Zapojenie konektoru J1 bez DPS nastavovania kanálov



Obr. 5 Zapojenie konektoru J1 s DPS nastavovania kanálov

Pracovný mód

BK67F5 má 3 základné pracovné módy, ktoré sa nastavujú pomocou vstupných signálov TXE a RXE. Možnosti sú zobrazené v nasledovnej tabuľke.

Mód	TXE	RXE	Popis
Spánok	1	1	Kľudový prúd <1uA
Príjem	1	0	PLL a prijímač I _{cc} =22mA
Vysielanie	0	1	PLL a vysielateľ I _{cc} =40mA

Ak prepne z jedného operačného módu do druhého, rádiostanica potrebuje prijať cez 3-drôtový sériový interface príslušné nastavenie programovacích bitov frekvencie.

Programovanie frekvencií

1) PLL frekvenčný syntetizátor

Frekvencie sú generované lokálnym oscilátorom (L.O.) vysielateľa a prijímateľa od nízko šumového fázového VCO.

Obrázok č. 1 znázorňuje blokovú schému rádiostanice.

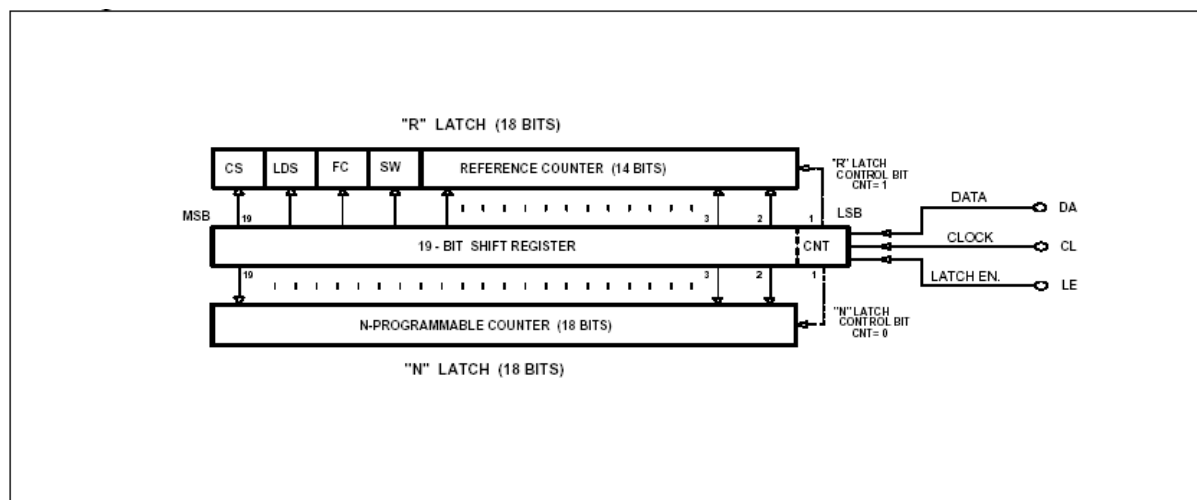
IC3 Fujitsu MB15E03SL

2) Popis sériového ovládacieho interface-u.

3-drôtový ovládací interface (hodiny, dáta a aktivácia registra) je použitý na programovanie PLL obvodu. Pozri obrázok č. 6. Dáta sú zapísané do 19-bitového registra na vzostupnú hranu signálu z „CL“ (hodiny) (MSB prvé).

Dáta sú prepisované do príslušného 18-bitového registra na vzostupnú hranu impulzu z LE (aktivácia registra) závislé na hodnote CNT (ovládací bit). Register „R“ je načítaný ak „CNT“ bit je nastavený na 1, „N“ register je načítaný s „CNT“ = 0.

Na programovanie RX a TX frekvencie musia byť dve ovládacie slová 19-bitové zapísané do posuvného registra: slovo „R“ a „N“.



Obr. 6 Interný register PLL a registre

3) Parametre frekvenčného syntetizéra PLL

PLL IC	:	Fujitsu MB15E03SL
Referenčná frekvencia	:	16,8 MHz
Programovanie frekvenčného kroku	:	50 kHz (doporučená) 25-75-100 kHz (voliteľná)
„SW“ bit (bit 1-16 z „R“ slova) = 1	:	Delič deliaci pomer = 64/65
„FC“ bit (bit 17 z „R“ slova) = 1	:	Fázový komparátor pozitívny výstup
„LDS“ bit (bit 18 z „R“ slova) = 0	:	Použitie signálu zistenie uzamknutia
„CS“ bit (bit 19 z „R“ slova) = 1	:	Dobíjacia pumpa prúd = 6 mA
„CS“ bit (bit 19 z „R“ slova) = 0	:	Dobíjacia pumpa prúd = 1,5 mA

4) Slovo „R“

Bit 1 (CNT) musí byť nastavený na „1“.

Bity 2 - 15 sú „R“ číslo.

Bity 16 – 19 sú „SW“, „FC“, „LDS“ a „CS“.

„R“ je hodnota, ktorá je vypočítaná do PLL referenčnej deličky a je vypočítaná podelením referenčnej frekvencie (16800 kHz) a požadovaným minimálnym programovacím frekvenčným krokom.

Príklad pre 50kHz frekvenčný krok:

$$R = 16800/50 = 336 \quad (150H)$$

„CS“ bit je odlišný pre mód vysielania a príjmu.

V prijímacom móde je „CS“ bit vždy „1“.

Vo vysielacom móde musí byť „CS“ najprv nastavené na „1“ (slovo „R1“ rýchly PLL zablokovací čas) a potom, po zablokovanom čase musí byť zmenený na „0“ (slovo „R2“).

Pre viac informácií je tu časový diagram na stranách 10 a 11.

R – WORD Examples

1

Freq. step = 50 KHz (“R” = 150H)
 “CS” = 1 (PLL charge/pump curr. = 6 mA)

R1 (50 KHz)

MSB													SHIFT				LSB	
19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1
CS	LDS	FC	SW	R						CNT								

2

Freq. step = 50 KHz (“R” = 150H)
 “CS” = 0 (PLL charge – pump curr. = 1.5 mA)

R2 (50 KHz)

MSB													SHIFT				LSB	
19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1
CS	LDS	FC	SW	R						CNT								

3

Freq. step = 25 KHz (“R” = 2A0H)
 “CS” = 1 (PLL charge – pump curr. = 6 mA)

R1 (25 KHz)

MSB													SHIFT				LSB	
19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1
CS	LDS	FC	SW	R						CNT								

4

Freq. step = 25 KHz (“R” = 2A0H)
 “CS” = 0 (PLL charge – pump curr. = 1.5 mA)

R2 (25 KHz)

MSB													SHIFT				LSB	
19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1
CS	LDS	FC	SW	R						CNT								

5) Slovo „N“

Bit 1 (CNT) musí byť „0“.

Bity 2 – 19 sú číslo „N“.

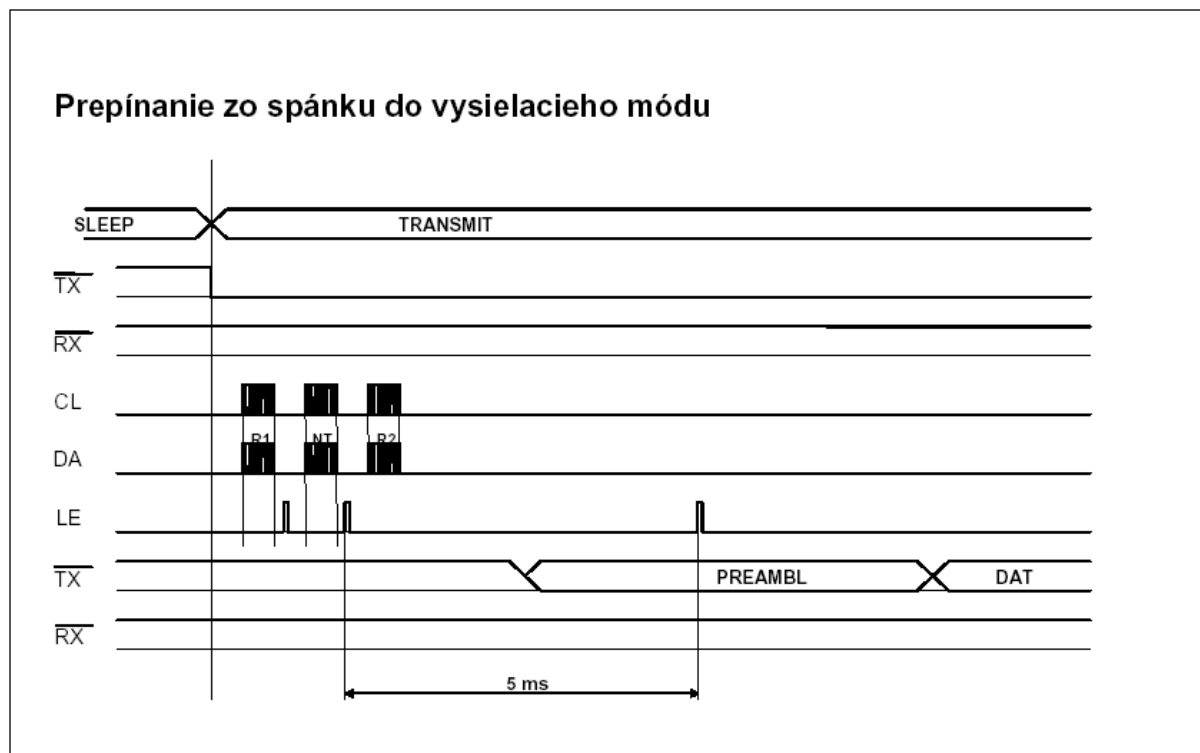
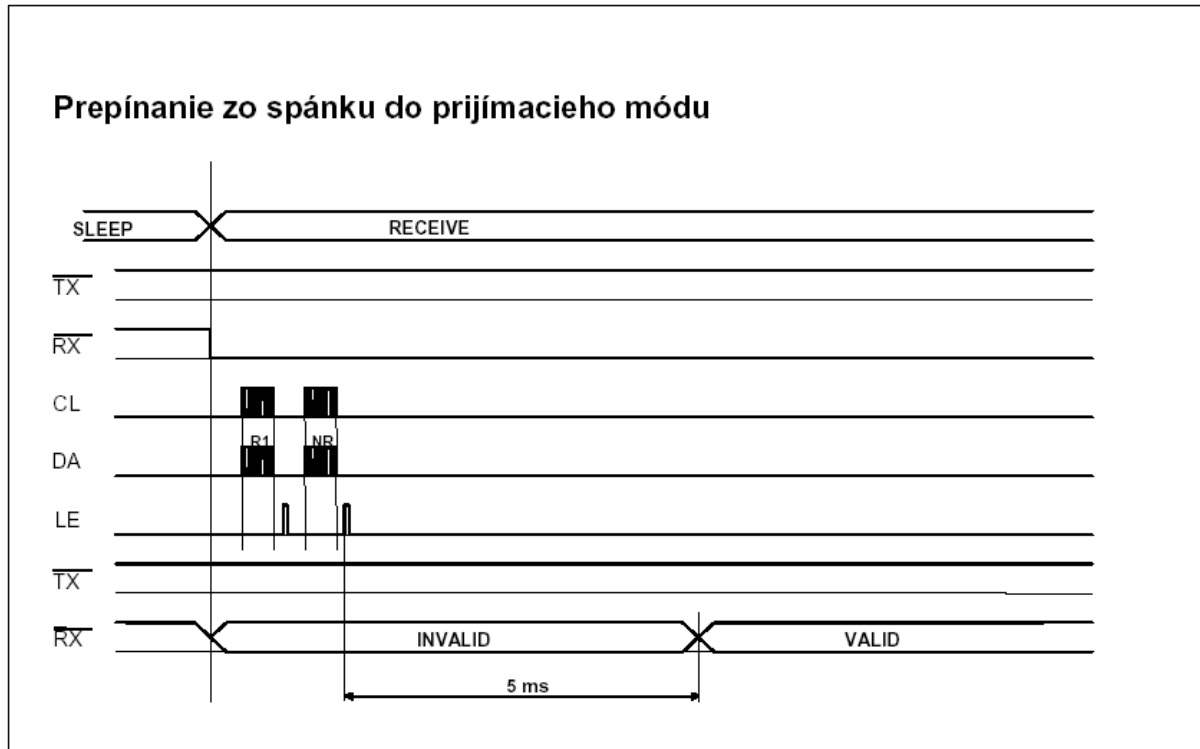
„N“ je hodnota, ktorá je vypočítaná podelením VCO frekvencie frekvenčným krokom.

Vo vysielacom móde je vysielacia frekvencia VCO frekvencia. V prijímacom móde VCO frekvencia je prijímacia frekvencia mínus prijímačová IF (medzifrekvencia = 10700kHz).

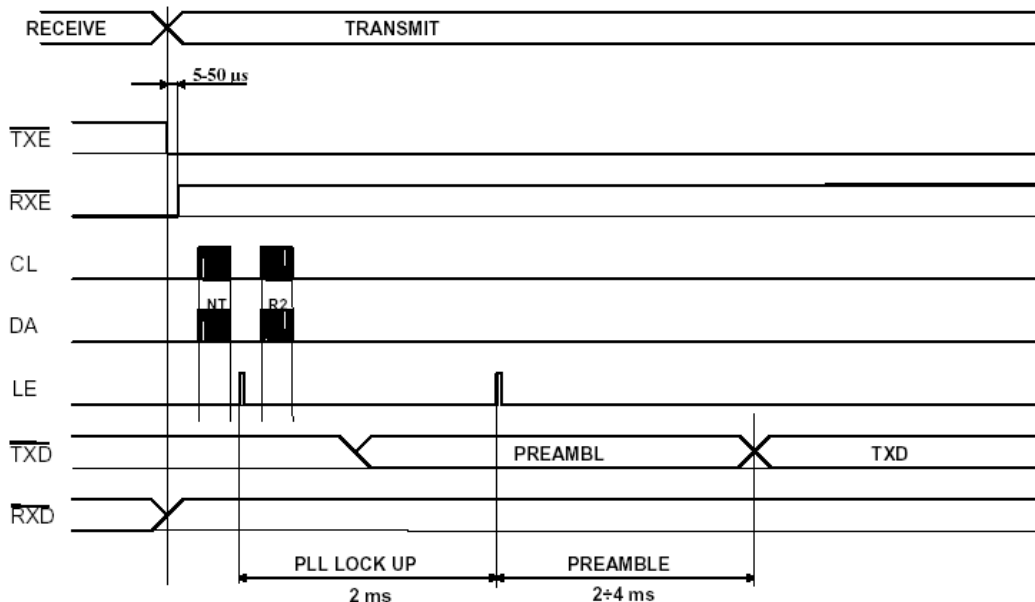
N-WORD Examples																																																																																																																																																									
1	<p><u>Transmit and receive freq. = 433,150 MHz</u> <u>Freq. step = 50 KHz</u></p> <p>NT (TX MODE) N= 433150/50=8663 (21D7H)</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">MSB</td> <td colspan="17" style="text-align: center;">← SHIFT (*)</td> <td style="text-align: center;">LSB</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">19</td><td>18</td><td>17</td><td>16</td><td>15</td><td>14</td><td>13</td><td>12</td><td>11</td><td>10</td><td>9</td><td>8</td><td>7</td><td>6</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td> </tr> <tr> <td colspan="18" style="text-align: center;">N</td> <td style="text-align: center;">CNT</td> </tr> </table> <p>NR (RX MODE) N= 433150-10700/50=8449 (2101H)</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">MSB</td> <td colspan="17" style="text-align: center;">← SHIFT (*)</td> <td style="text-align: center;">LSB</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">19</td><td>18</td><td>17</td><td>16</td><td>15</td><td>14</td><td>13</td><td>12</td><td>11</td><td>10</td><td>9</td><td>8</td><td>7</td><td>6</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td> </tr> <tr> <td colspan="18" style="text-align: center;">N</td> <td style="text-align: center;">CNT</td> </tr> </table>	MSB	← SHIFT (*)																	LSB	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	N																		CNT	MSB	← SHIFT (*)																	LSB	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	N																		CNT
MSB	← SHIFT (*)																	LSB																																																																																																																																							
19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1																																																																																																																																							
0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0																																																																																																																																							
N																		CNT																																																																																																																																							
MSB	← SHIFT (*)																	LSB																																																																																																																																							
19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1																																																																																																																																							
0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0																																																																																																																																							
N																		CNT																																																																																																																																							
2	<p><u>Transmit and receive freq. = 433,175 MHz</u> <u>Freq. step = 25 KHz</u></p> <p>NT (TX MODE) N= 433175/25=17327 (43AFH)</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">MSB</td> <td colspan="17" style="text-align: center;">← SHIFT (*)</td> <td style="text-align: center;">LSB</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">19</td><td>18</td><td>17</td><td>16</td><td>15</td><td>14</td><td>13</td><td>12</td><td>11</td><td>10</td><td>9</td><td>8</td><td>7</td><td>6</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td> </tr> <tr> <td colspan="18" style="text-align: center;">N</td> <td style="text-align: center;">CNT</td> </tr> </table> <p>NR (RX MODE) N= 433175-10700/25=16899 (4203H)</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">MSB</td> <td colspan="17" style="text-align: center;">← SHIFT (*)</td> <td style="text-align: center;">LSB</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">19</td><td>18</td><td>17</td><td>16</td><td>15</td><td>14</td><td>13</td><td>12</td><td>11</td><td>10</td><td>9</td><td>8</td><td>7</td><td>6</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td> </tr> <tr> <td colspan="18" style="text-align: center;">N</td> <td style="text-align: center;">CNT</td> </tr> </table>	MSB	← SHIFT (*)																	LSB	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	N																		CNT	MSB	← SHIFT (*)																	LSB	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	N																		CNT
MSB	← SHIFT (*)																	LSB																																																																																																																																							
19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1																																																																																																																																							
0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0																																																																																																																																							
N																		CNT																																																																																																																																							
MSB	← SHIFT (*)																	LSB																																																																																																																																							
19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1																																																																																																																																							
0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0																																																																																																																																							
N																		CNT																																																																																																																																							
<p><i>Poznámka (*) : Bit 8 je pevne nastavený na "0" a ignorovaný.</i></p>																																																																																																																																																									

Časové diagramy

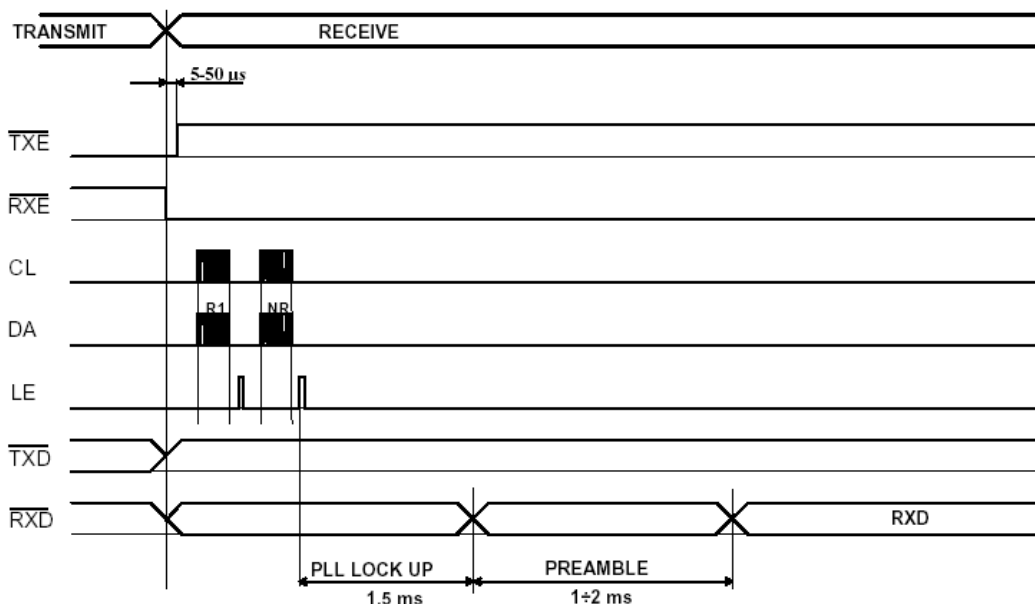
Prepínanie medzi odlišnými pracovnými módm



Prepínanie z prijímacieho módu na vysielačím mód



Prepínanie z vysielačieho módu na prijímací mód



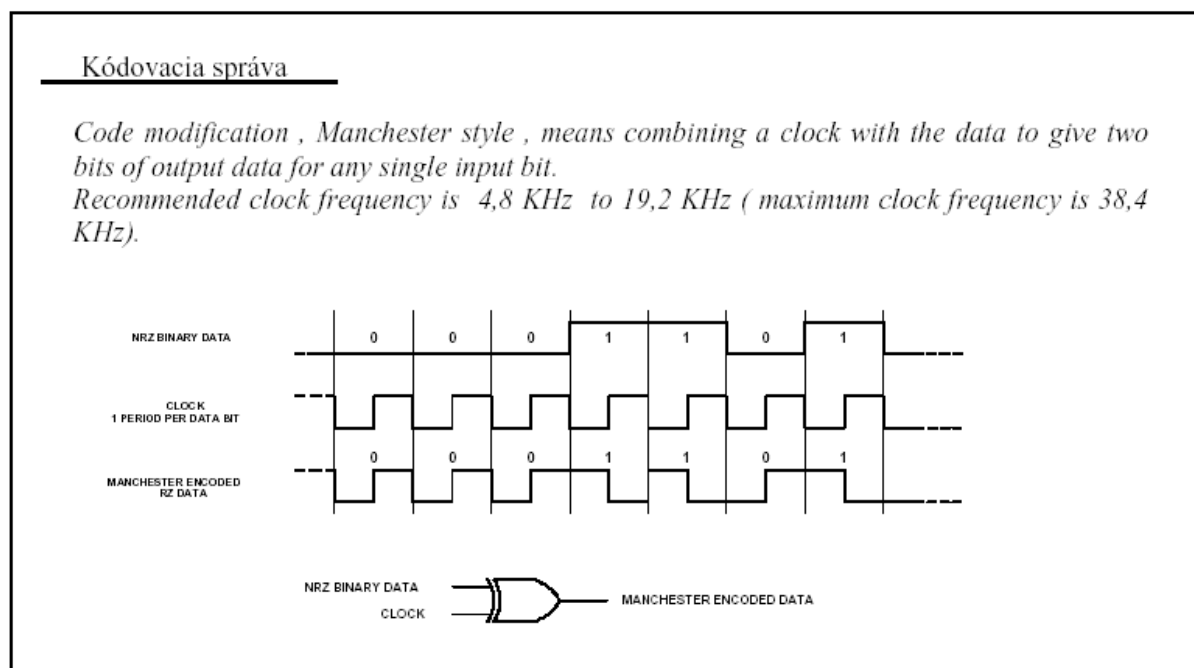
Vstupné dáta vysieláča ($\overline{\text{TXD}}$ – J1 pin č. 4)

Vstup $\overline{\text{TXD}}$ (negatívna logická úroveň) akceptuje sériové digitálne dáta s úrovňou 0V – 5V (pre plnú TX moduláciu). Tvarovanie modulácie je vykonávané Gaussianovým úzko pásmovým filtrom pre minimalizovanie šírky spektra. Pozri obrázok č. 1.

Bitová rýchlosť je hore limitovaná medzným kmitočtom od úzko pásmového filtra.

Minimálna bitová rýchlosť závisí na časovej konštante kruhového filtra PLL a hodnote „CS“ bitu (R slova). Minimálna akceptovateľná frekvencia modulácie obdĺžnikového tvaru je 3 kHz (kde „CS“ = 0), DC úrovne, alebo dátové toky s DC vychýlením sú zakázané.

Dvojfázová „RZ“ kódovacia schéma (dvojfázové diferenciálne, alebo Manchester kódovanie) je odporúčaná na odstránenie nejakých DC zložiek, je závislá od bitového tvaru.



Výstupné dáta prijímača ($\overline{\text{RXD}}$ – J1 pin č. 6)

$\overline{\text{RXD}}$ (negatívna logická úroveň) je výstup s otvoreným kolektorom (tranzistor Q5 – obr. 1) s posilnením rezistorom na Vcc.

Tok prijímaných dát je demodulovaný do IC1 rozlišovača, ďalej sú odoslané na detekciu úzko pásmovým filtrom (Q3-Q4), ktorý obmedzuje šírku frekvenčného pásma signálu a zabezpečí čistý postup na ďalší samostatný dátový odrezávač (IC2B).

Umlčovací obvod blokuje výstup RXD keď prijímaný signál neprekročí stanovenú hodnotu (nastavenú na RV1).

*The squelch level is factory preset with to approx. 6 dB under max. sensitivity. RV1 can be adjusted to increase the squelch level threshold.
This adjustment is best performed in laboratory with a calibrated RF generator.
It is also possible to adjust RV1 observing the received RF signal level on "RSSI" output .*

MESSAGE DECODING

On the receiver side, transmitted (bi-phase encoded) data, must be extracted from noise, interference and multipath propagation distortions.

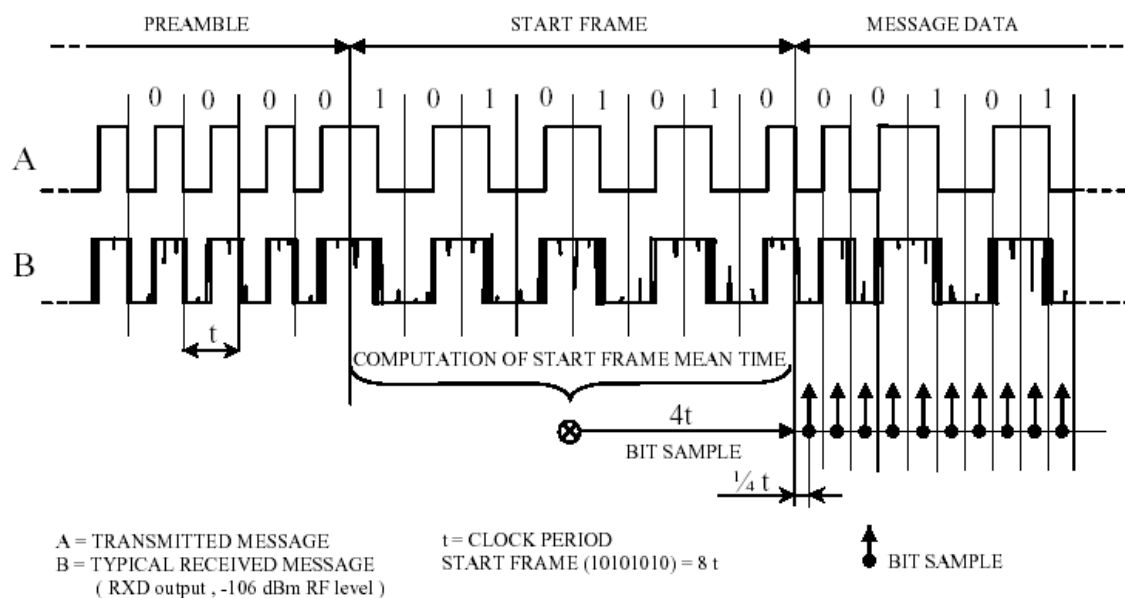
It is very instructive, before any decode attempt, to examine the received data as appear on the "MON" analog output.

A good system is to employ as a beacon a transceiver module in transmit mode, modulated by a square-wave (clock frequency) and to simulate all the steady and transitory situations of a real message exchange.

Suppose transmitted data are Manchester encoded, as described in the previous example. It will be necessary to send a preamble, a synchronization frame and then the message.

The preamble is only to allow Tx and Rx to stabilize on the frequency and to centre modulation and data slicer.

The synchronisation frame is to be used to define start point for following bits decoding.



In the above example, if "t" is the clock period, the total length of the eight bits start frame (10101010) is "8 t".

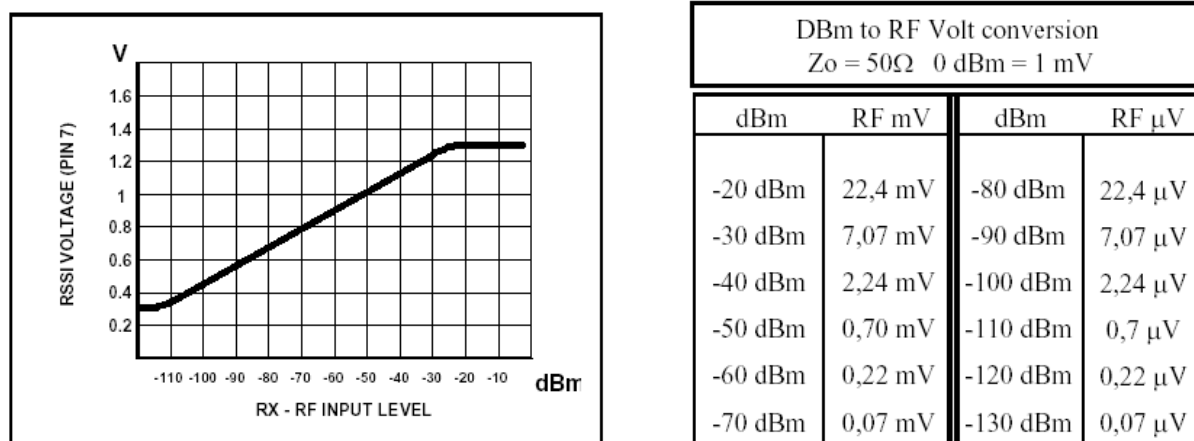
The start frame must be extracted from a noisy reception detecting the rising and falling edge of the received message.

Once extracted from the received noisy signal, the 8 bits of the start frame can be averaged on the total frame time to permit to define the data message start point. The following message data bits are best decoded sampling two times every bit.

- Note:
- Obviously any tolerance in the Rx and Tx clock frequency must be taken in consideration and related to the total message bit number.
 - Control and validation of the message together with error correction algorithms, message retry request, etc. is a task to be performed by the "packet" protocol.

Intenzitu prijímaného signálu zobrazuje výstup (RSSI – J1 pin č. 7)

RSSI je úroveň prijímaného signálu s viac ako 90 dB dynamickým rozsahom (obr. 7)



Obr. 7 Výstup RSSI

The accurate "RSSI" output can be used to test and evaluate antenna performances and to measure radio waves propagation and attenuation.

Monitorovanie analógového výstupu Rx (MON – J1 pin č. 8)

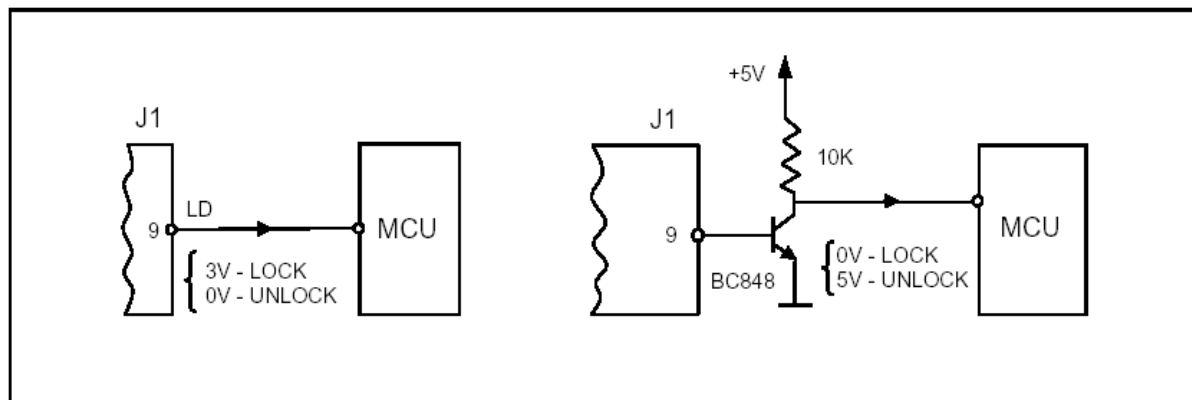
Toto je priamy výstup analógového signálu z demodulátora.

Je používaný počas testovania prijímača, ale je tiež veľmi užitočný počas systémového testu na pozorovanie (pred tvarovaním) prijímaného signálu. Toto veľmi pomôže na vyhodnotenie signálu na úroveň šumu a skreslenie signálu až na vzorovú ukážku šírenia vlnových anomálií (všesmerové odrazy).

The monitor output can also be of great help to detect and observe noise and interference sources (for example from micros, fast logic IC, noisy diodes or zeners etc.). A small loop at the end of a coaxial 50 Ω cable and connected to antenna input can help to measure and locate suspect noise sources.

Výstup kontroly zachytenia (LD – J1 pin č. 9)

Počas normálnej činnosti, v prijímacom alebo vysielacom móde, PLL je zachytené na správnej naprogramovanej frekvencii a LD výstup je v úrovni Hi (+ 3V).



Obr. 8 Výstup kontroly zachytenia pripojený na MCU

Počas normálnej činnosti s krátkymi vysielacími a prijímacími periódami toto nieje potrebné na kontrolu stavu „UNLOCK“.

Stav „UNLOCK“ je možné v priebehu dlhých periód s priebežným vysielaním (obyčajne zakázané) alebo prijímaním : v tomto prípade MCU detekuje stav „UNLOCK“ a poskytuje odpoveď primeranú programovému nastaveniu.

Note : Avoid to sample the “LD” status immediately after the programming sequence. A time of 100 ms or more , also between subsequent “LD” controls , is recommended.

Mikropicový modul

Nepovinný Mikropicový modul môže byť priamo namontovaný na BK67, BK68 a BK69 dátovú rádiostanicu.

Na doske je mikrokontrolér (PIC 16C505) pomocou ktorého môžeme programovať rádiostanicu, cez sériový interface môžeme nastaviť 16 možných rádiových kanálov ktoré vyberieme pomocou S1 (dip-prepínač so 4 kontaktmi).

Mikrokontrolér tiež vzorkuje každých 100ms LD výstup (kontrola zachytenia) na monitorovanie stavu PLL, preprogramovanie rádiostanice je možné podľa stavu „UNLOCK“.

