

Chybovost komunik. systémů - BER

Tyto slajdy vznikly jako podklady k přednáškám v průběhu mého aktivního působení na Katedře radioelektroniky Českého vysokého učení technického v Praze. Souvisí s problematikou **radiotechniky a vysokofrekvenční a měřicí techniky**. Domnívám se, že mohou být doplňkovým zdrojem informací studentům a technikům i všem ostatním zájemcům o tuto problematiku.

<http://www.radio.feld.cvut.cz>

CHYBOVOST - BER

★ systémů (měřením) = BER (Bit Error Rate)

$$\text{BER} = \frac{\text{počet chybných bitů za 1 sekundu}}{\text{celkový počet bitů za 1 sekundu}}$$

★ teoretická chybovost (výpočtem) → symbolová $P_s(e)$

→ modulační metoda P_m

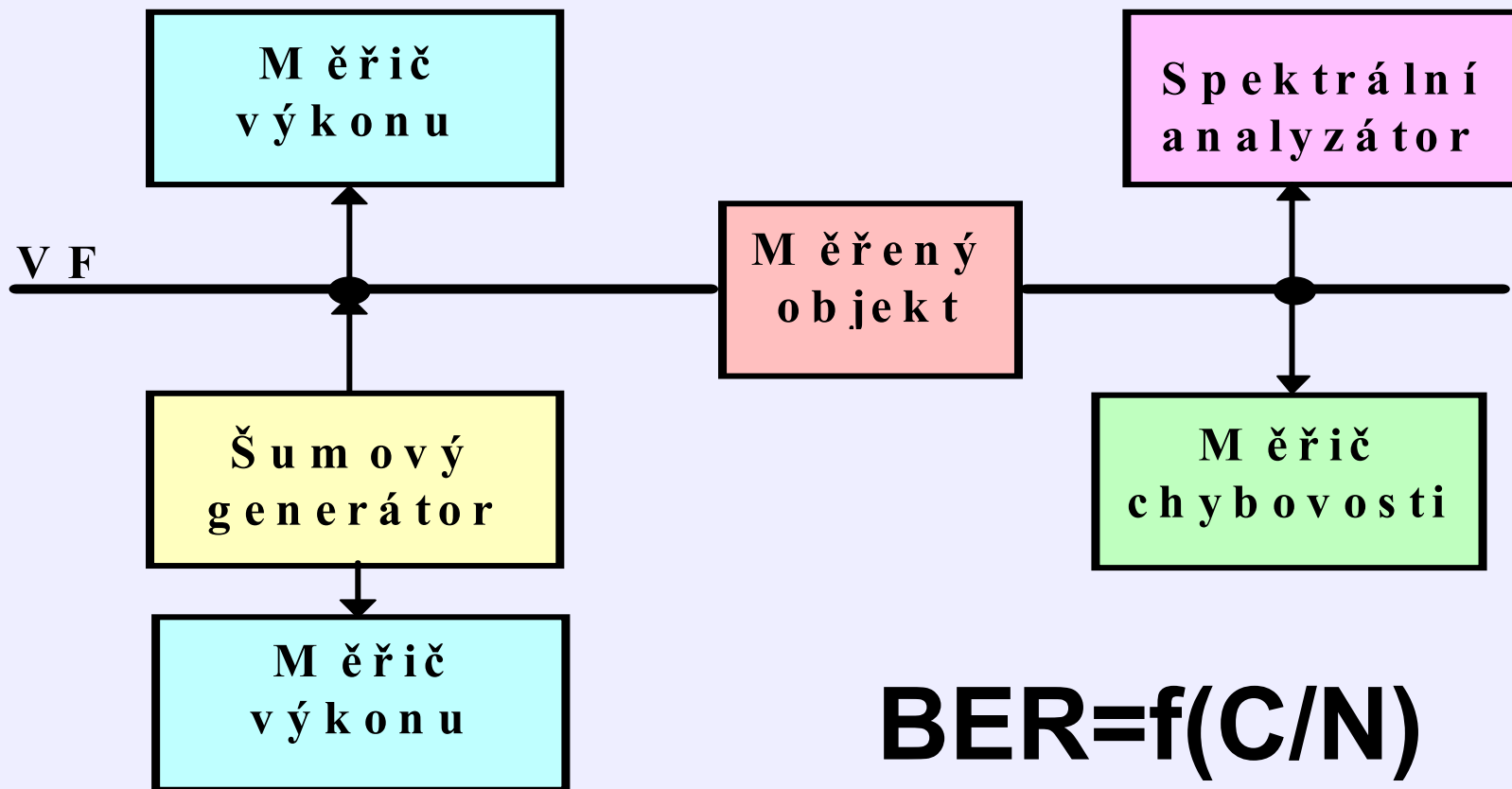
→ bitová $P_b(e)$

→ kódování P_c

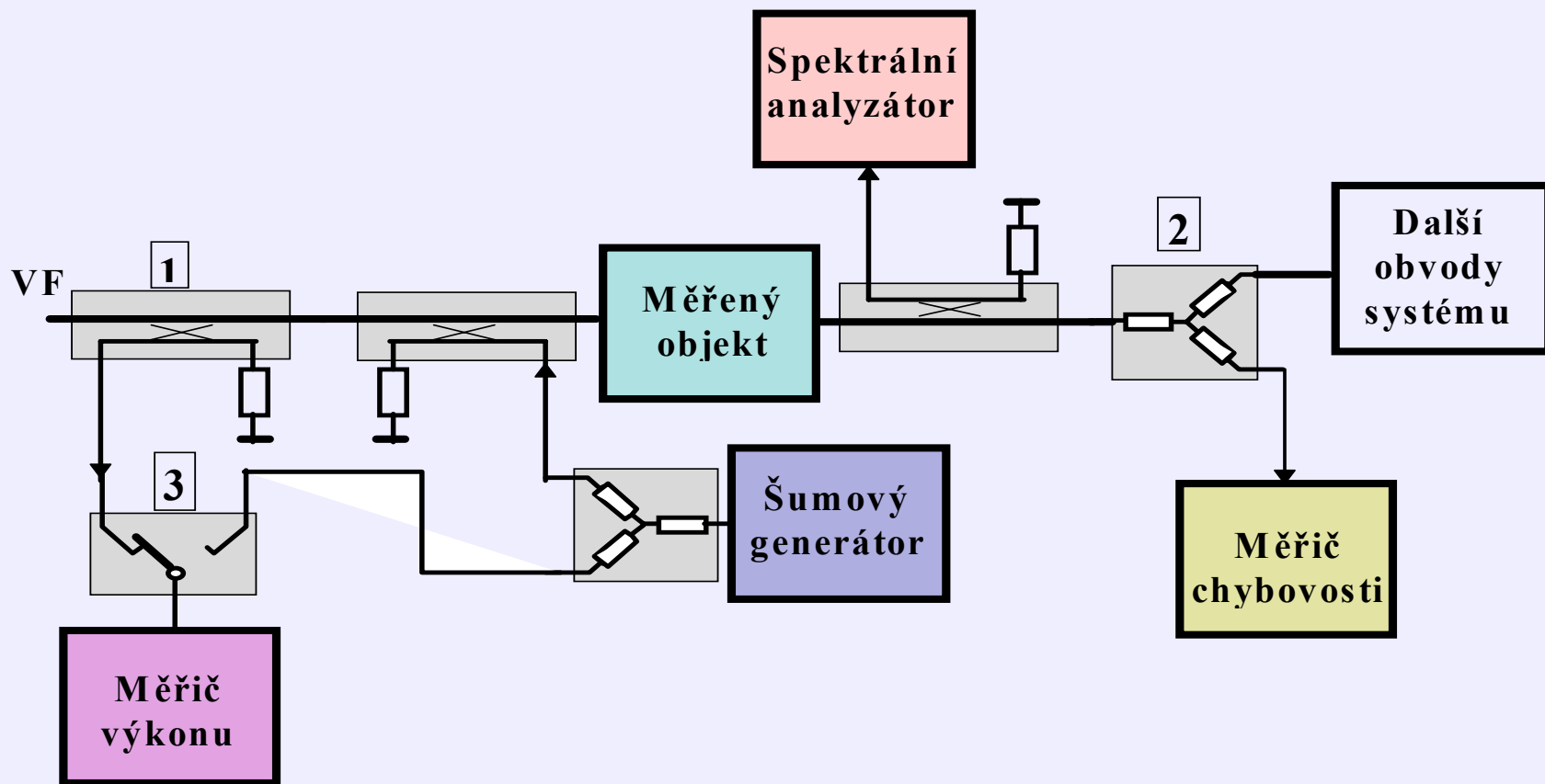
→ přenosový kanál P_k

$$P_e = P_c + P_m + P_k$$

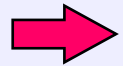
Měření chybovosti-BER systému



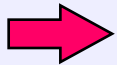
Měření chybovosti-BER systému



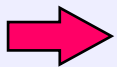
Měření BER



Interval měření je definován zvoleným počtem hodinových impulsů

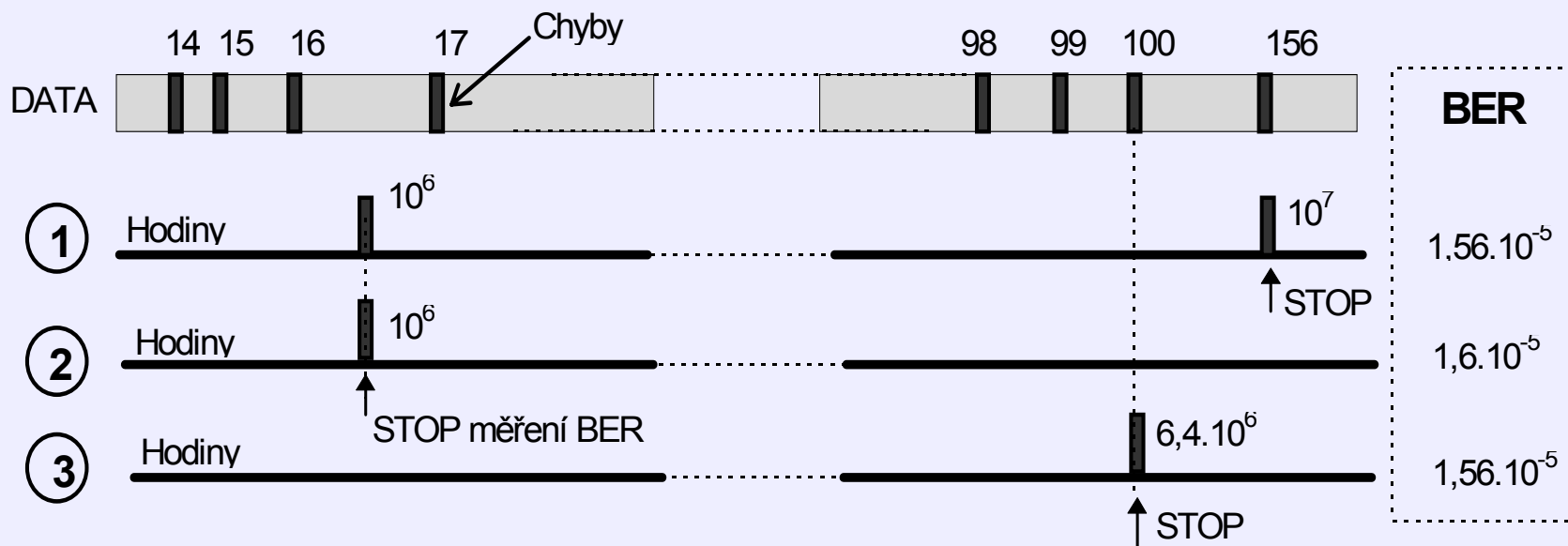


Interval měření je definován zvoleným počtem časových jednotek (sec.,min.,hod.)



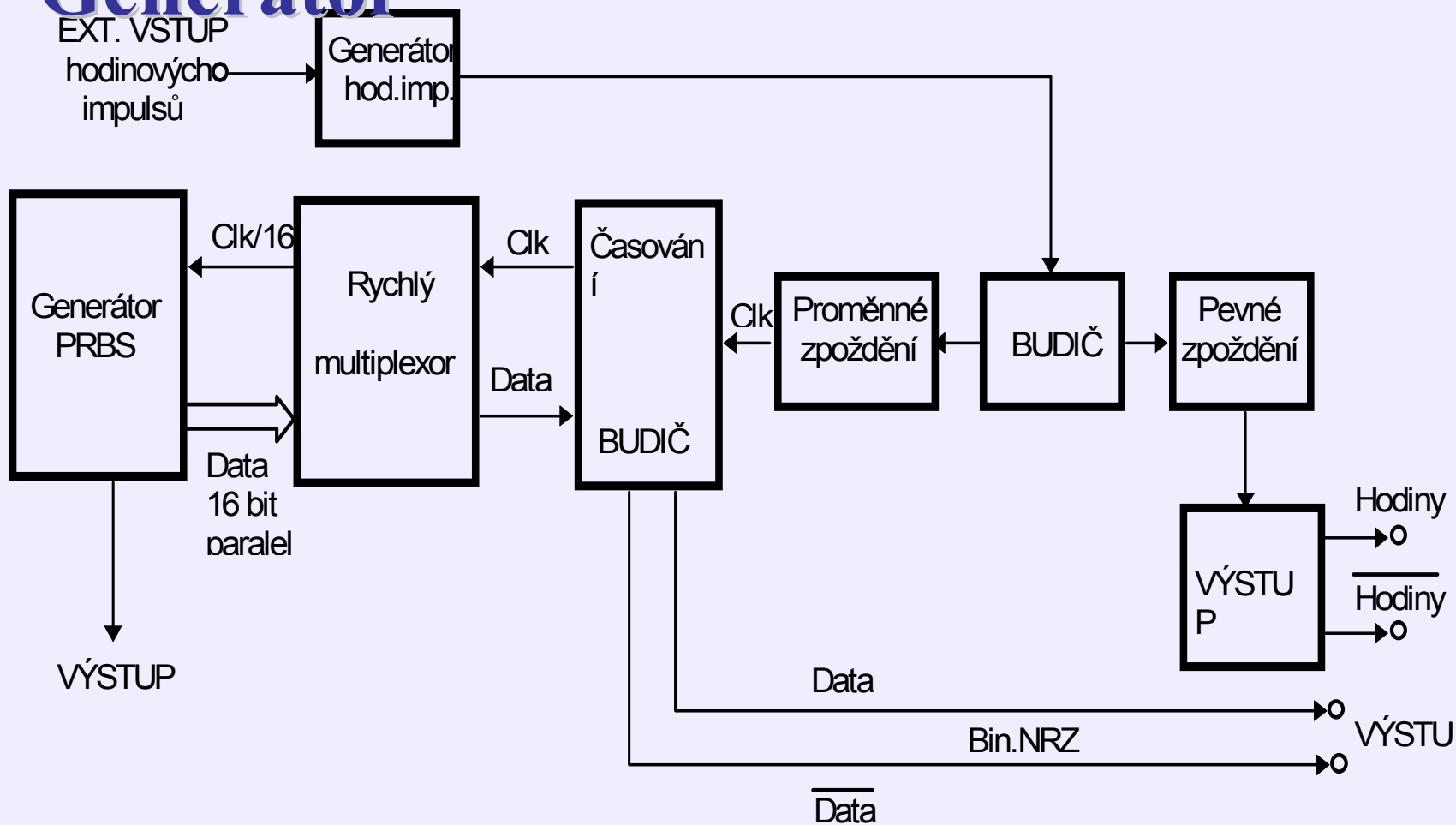
Interval měření je definován dobou, potřebnou k docílení předem definovaného počtu chyb

Měření BER

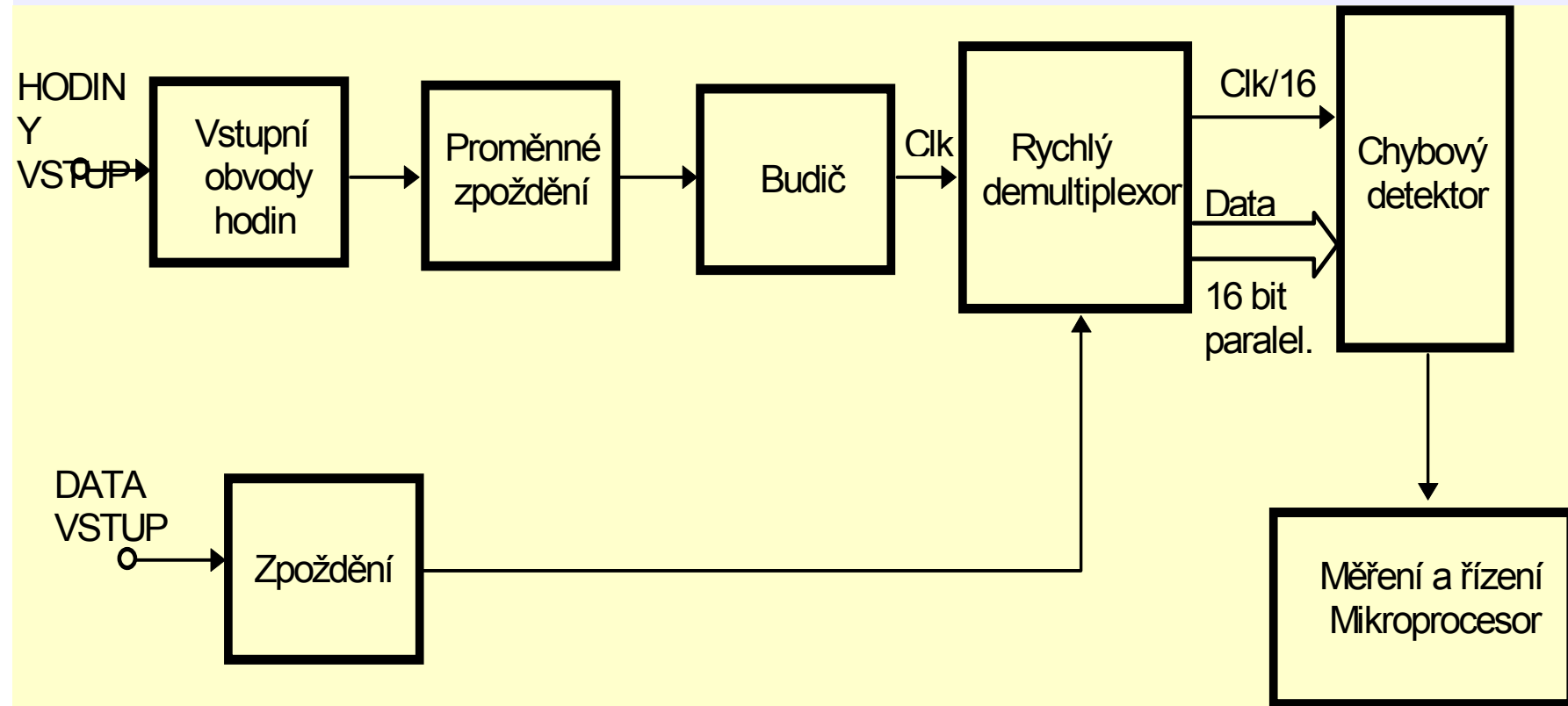


Měření BER-

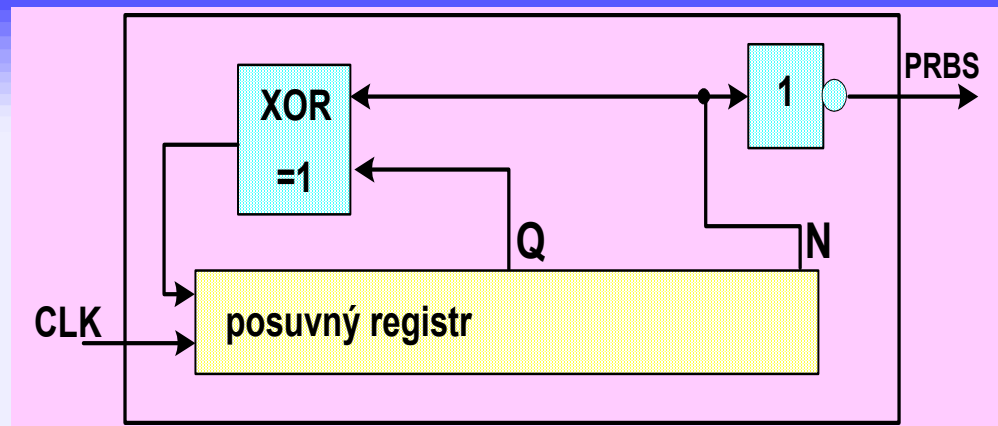
Generátor



Měření BER-vyhodnocení



Generátor PSNP

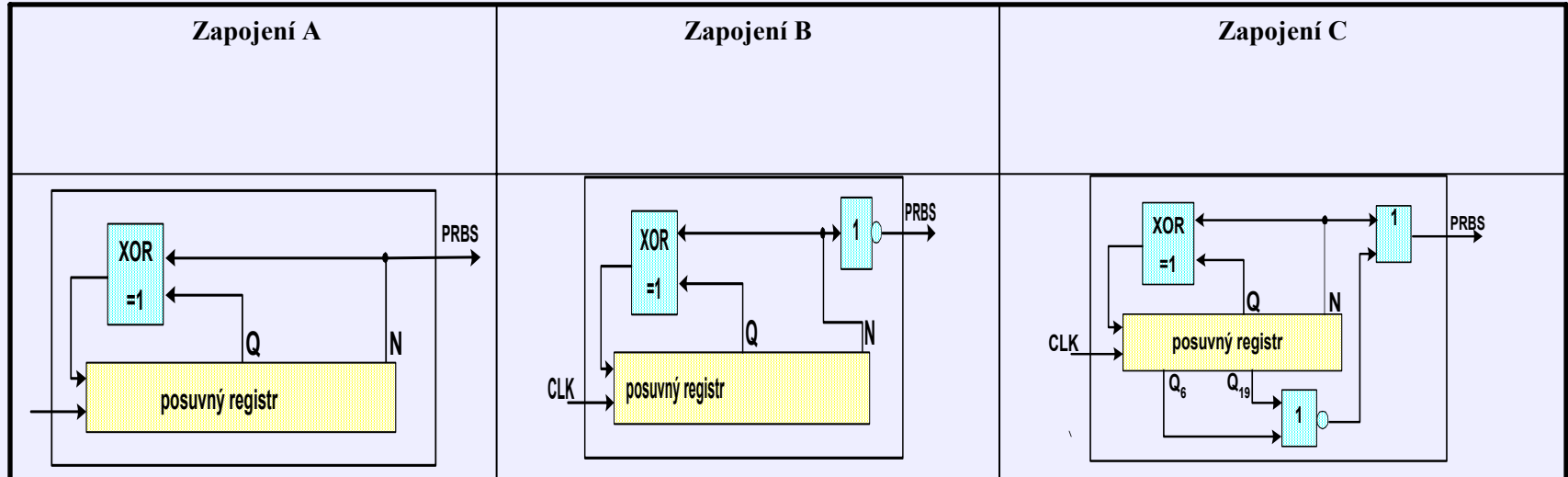


Formát posloupnosti	Délka posloupnosti [bitů]	Max.počet nul	Rovnice	Bitová rychlost [kbit/s]	Zapojení	Doporučení ITU-T	Standard
$2^{15}-1$	32 767	15	$Q_{15}+Q_{14}+1=0$	1544 44736	B	O-151	GSM, PDC, PHS, DECT, NADC
$2^{23}-1$	8388607	15	$Q_{23}+Q_{18}+1=0$	34368 139264	B	O-151	GSM, PDC, PHS, DECT, NADC DVB-T
$2^{29}-1$	536870911	29	$Q_{29}+Q_{27}+1=0$	test.	B	O-150	GSM, PDC, PHS, DECT, NADC
$2^{31}-1$	2147483647	31	$Q_{31}+Q_{28}+1=0$	test.	B	O-150	GSM, PDC, PHS, DECT, NADC

Doporučení měřicích signálů PSNP

Formát posloupnosti	Délka posloupnosti [bitů]	Max.počet nul	Rovnice	Bitová rychlost [kbit/s]	Zapojení	Doporučení ITU-T	Standard
2^9-1	511	8	$Q9+Q5+1=0$	do 14,4	A	O-153	GSM, PDC, PHS, DECT, NADC Bluetooth
$2^{11}-1$	2047	10	$Q11+Q9+1=0$	$N \times 64$	A	O-153	GSM, PDC, PHS, NADC
$2^{15}-1$	32 767	15	$Q15+Q14+1=0$	1544 44736	B	O-151	GSM, PDC, PHS, DECT, NADC
$2^{20}-1$	1048575	19	$Q20+Q17+1=0$	do 72	A	O-153	-, -
$2^{20}-1$	1048575	14	$Q20+Q3+1=0$ $Q20+Q6++Q19$	1544 44736	C	O-151	GSM, PDC, PHS, DECT, NADC
$2^{23}-1$	8388607	15	$Q23+Q18+1=0$	34368 139264	B	O-151	GSM, PDC, PHS, DECT, NADC DVB-T
$2^{29}-1$	536870911	29	$Q29+Q27+1=0$	test.	B	O-150	GSM, PDC, PHS, DECT, NADC
$2^{31}-1$	2147483647	31	$Q31+Q28+1=0$	test.	B	O-150	GSM, PDC, PHS, DECT, NADC

Obvody pro generaci signálů PSNP



Norma ITU-T O.151, O.152, O.153 a Bluetooth doporučuje pevné testovací posloupnosti ve formátech: posloupnost samých jedniček (...111...), posloupnost střídajících se jedniček a nul (...1010...). O.153 též posloupnost střídajících se jedniček a nul v poměru 1:3, 1:7, 3:1, a 7:1.

Literatura:

- [1] Reimers, U.: **Digital Video Broadcasting (DVB)**. Springer-Verlag, Heidelberg 2001, str.135-167.
- [2] Xiong, F.: **Digital Modulation Techniques**. Artech House, London 2000, str.589-608.
- [3] Sýkora, J.: **Digitální rádiová komunikace II**. Vydavatelství ČVUT, Praha 1995.