

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta elektrotechnická

LABORATORNÍ ÚLOHA A

Měření vlastností digitální modulace

Vypracoval: Jan HLÍDEK

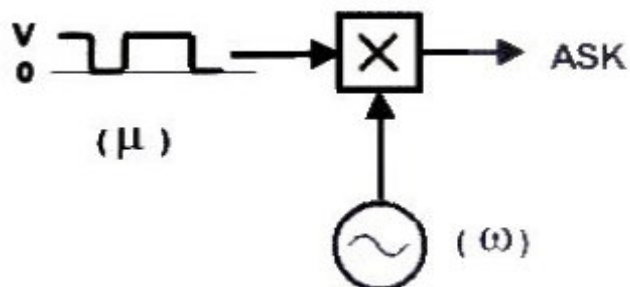
V rámci předmětu: Základní měření ve sdělovací technice (X37MST)

Měřeno: 10.5.2007 16:15 až 17:45

1. NAMĚŘENÉ HODOTY

2 – ASK

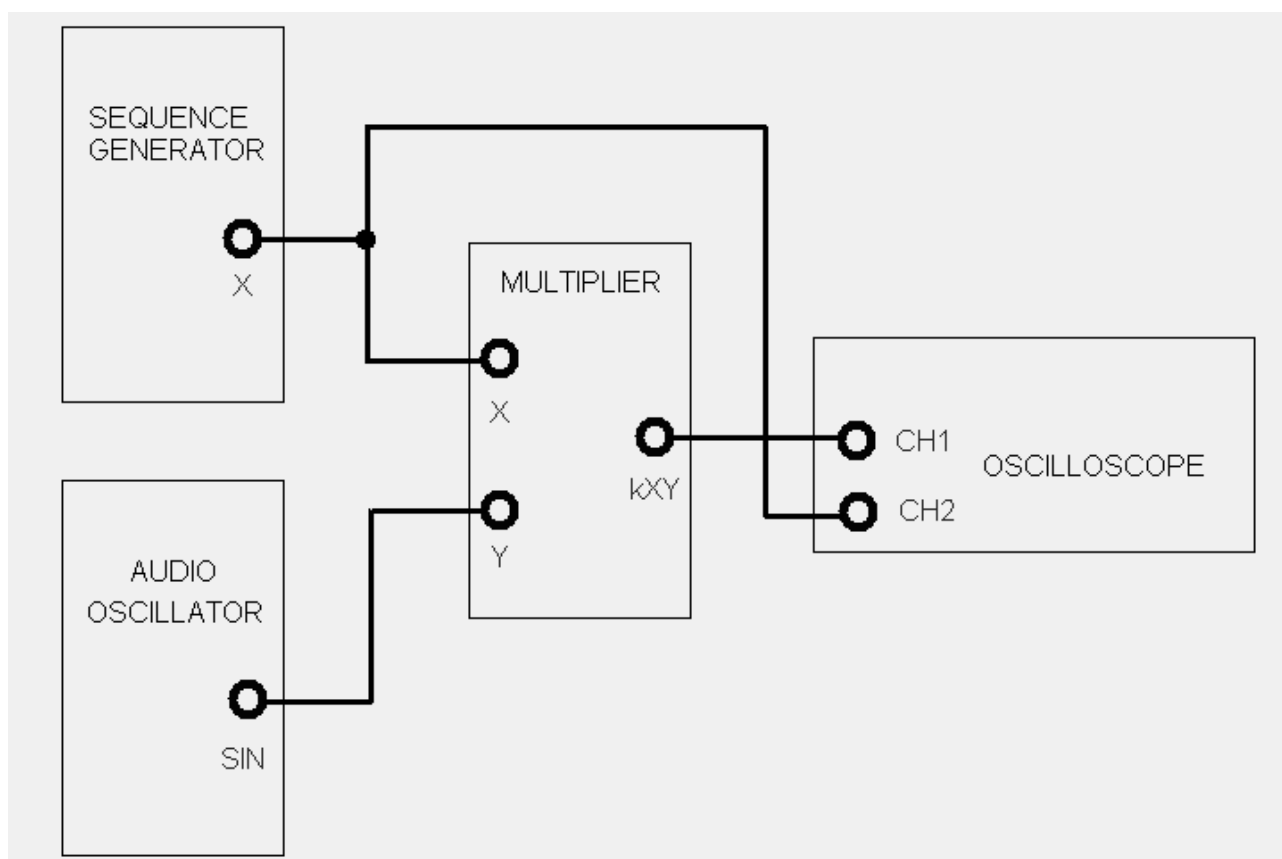
Hlavním principem je amplitudové klíčování nosné vlny dvoustavovým signálem.



Významy značek ve zde používaných schématech:

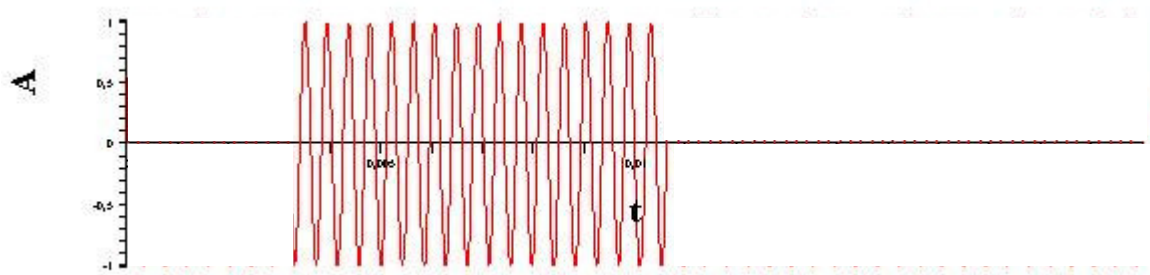
- X ... násobící člen (modulátor)
- + ... součtový člen

Návrh pomocí bloků, které jsou k dispozici na pracovišti:



Z osciloskopu jsme pak zaznamenali následující průběhy (některé hodnoty nezaznamenány – viz. závěr):

Modulace (nosná zaznamenána jako $f = 10 \text{ kHz}$; signál: $f_{\text{sig}} = 2,35 \text{ kHz}$):



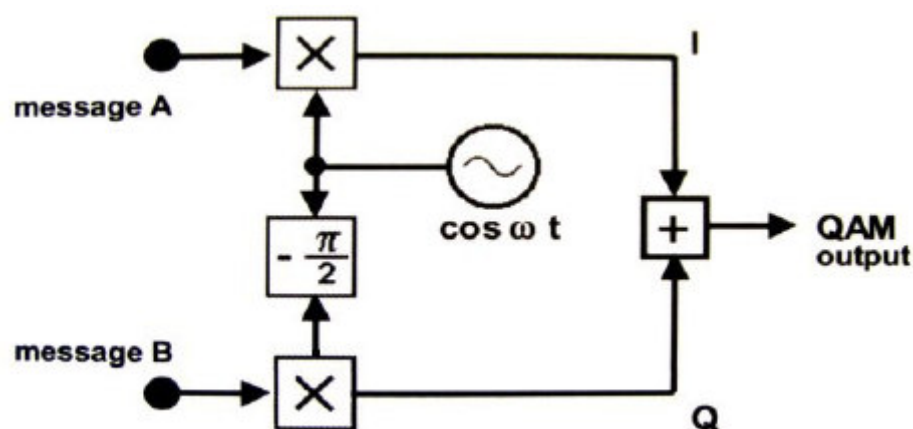
Vstupní signál:



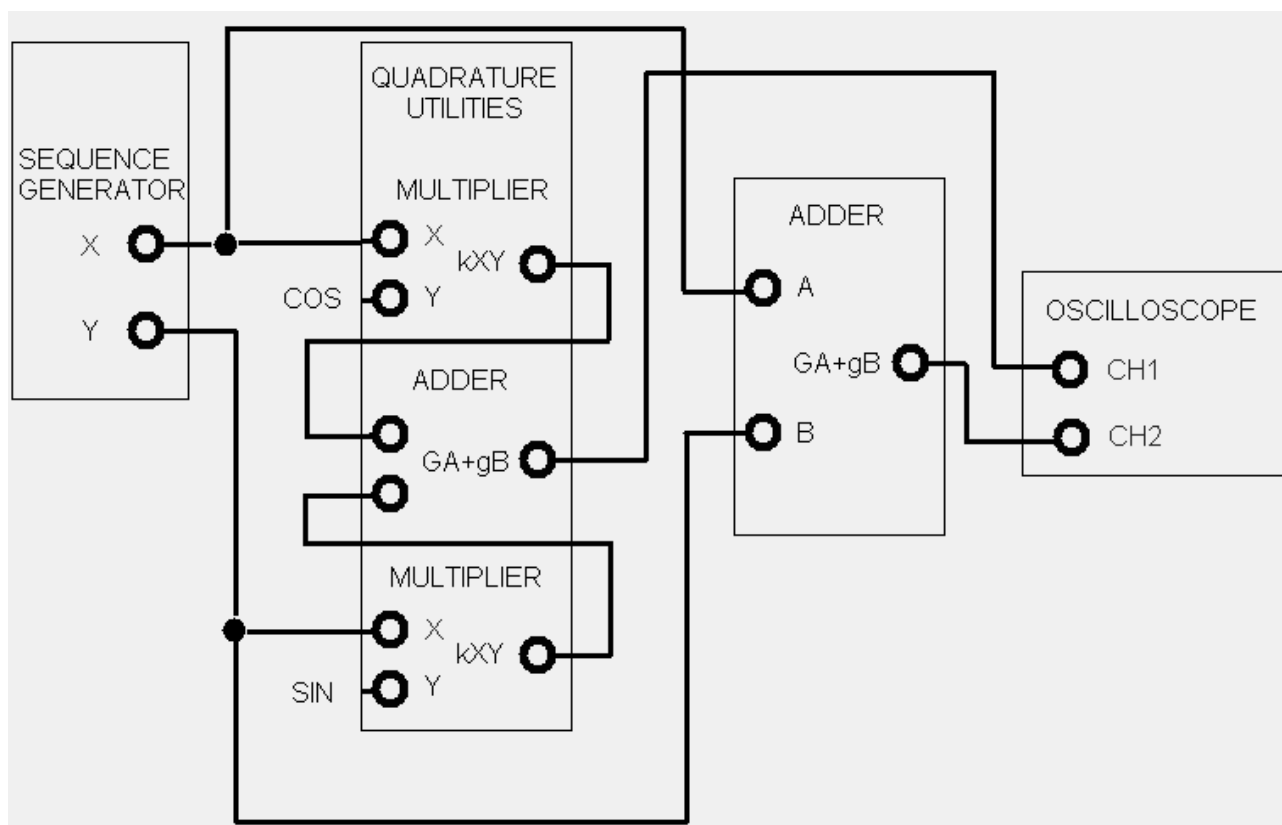
QPSK

Zde se jedná o tzv. kvadrurní modulaci – tedy signál může nabývat čtyř definovaných stavů, přičemž jejich hodnota je vyjádřena změnou fáze modulované nosné vlny. To se v časovém průběhu projeví jako určitá skoková změna fáze.

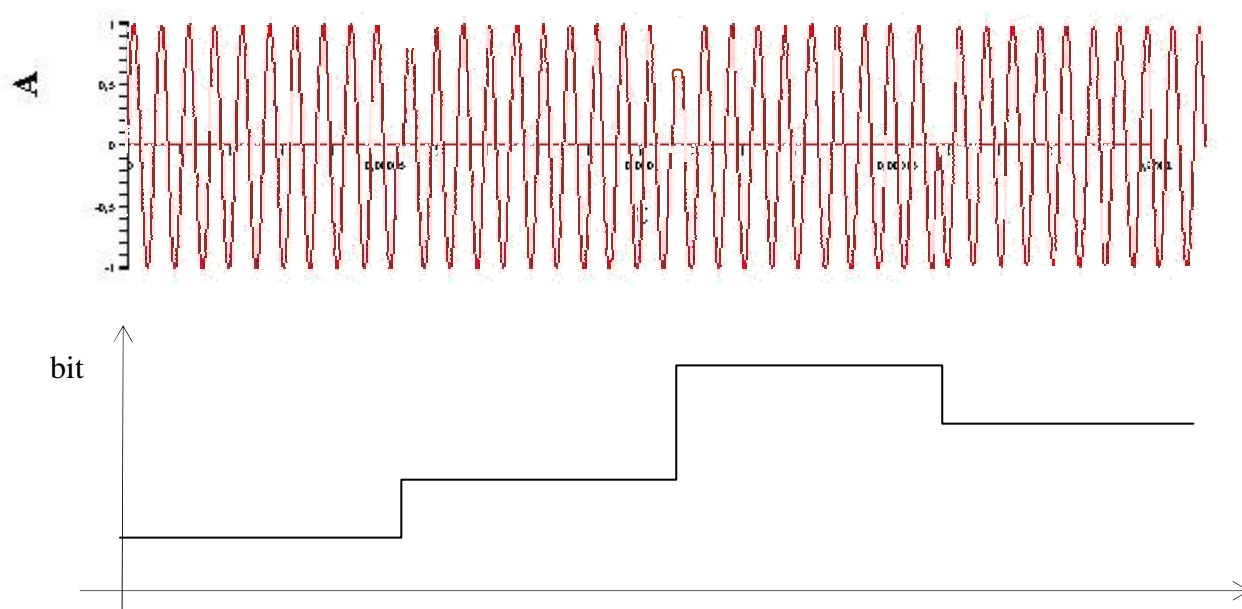
Realizace:



Návrh pomocí bloků, které jsou k dispozici na pracovišti:



Zaznamenané průběhy (nosná – 100 kHz):



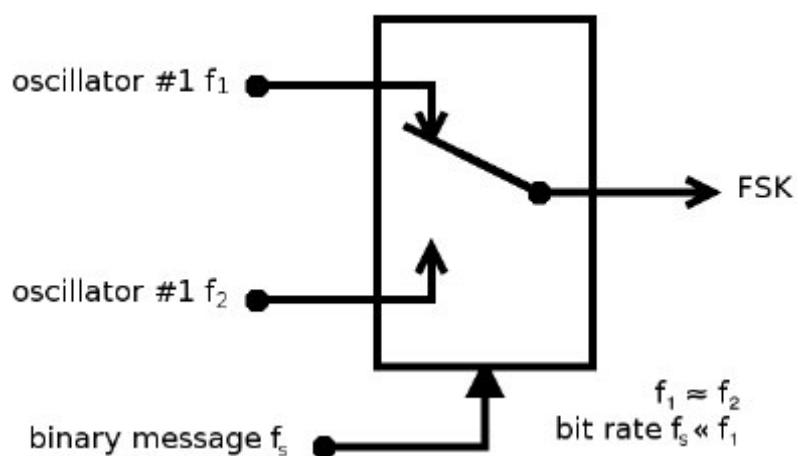
Fázové posuny jednotlivých 4 vstupních stavů (00, 01, 10, 11), modulovaných pomocí QPSK, proti referenčnímu signálu $\cos(\omega t)$:

Vstupní bity		Δt [μs]	$\varphi_{\text{naměřené}}$ [°]	$\varphi_{\text{teoretic.}}$ [°]	odchylka [°]
1	1	3,5	126	135	9
1	0	1,2	43,2	45	1,8
0	1	4,9	176,4	225	48,6
0	0	8,3	298,8	315	16,2

2 – FSK

Jednotlivé bity jsou zde vyjádřeny odlišnými frekvencemi. Při změně bitu z nuly na jedničku či opačně dochází také ke skokové změně fáze.

Realizace:



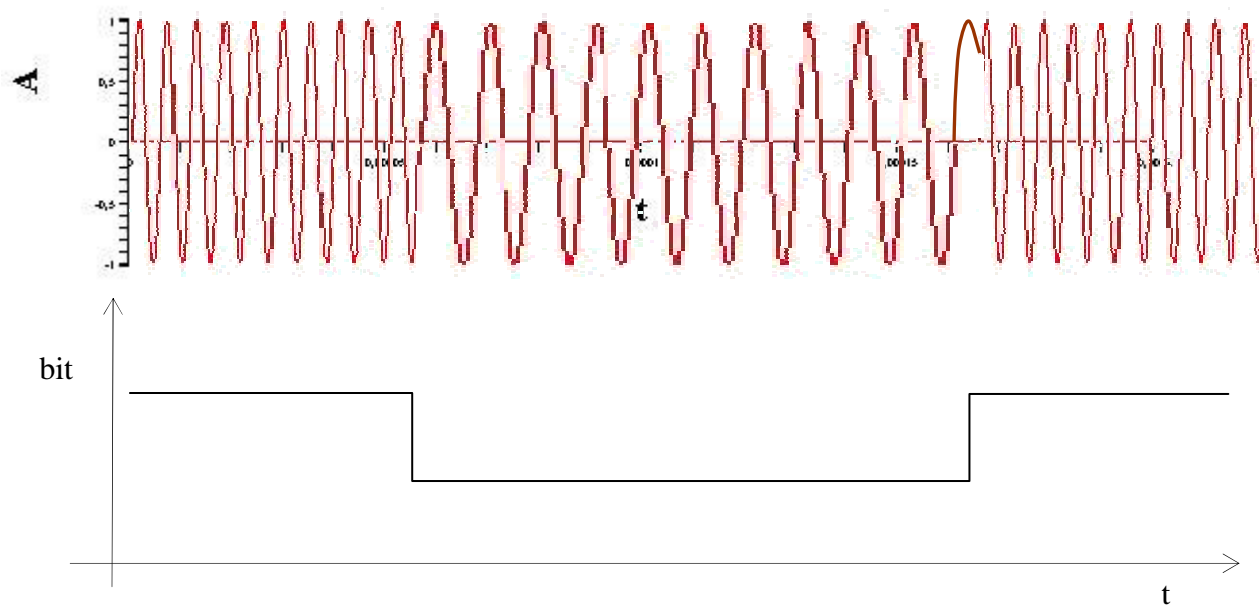
Přesná realizace je již předložena v návodu ke cvičení.

Frekvence nosné jsou zde dvě:

Nulový bit: $f_1 = 1220 \text{ Hz}$

Jedničkový bit: $f_2 = 2083 \text{ Hz}$

$f_{\text{sig}} = 2 \text{ kHz}$



CPFSK

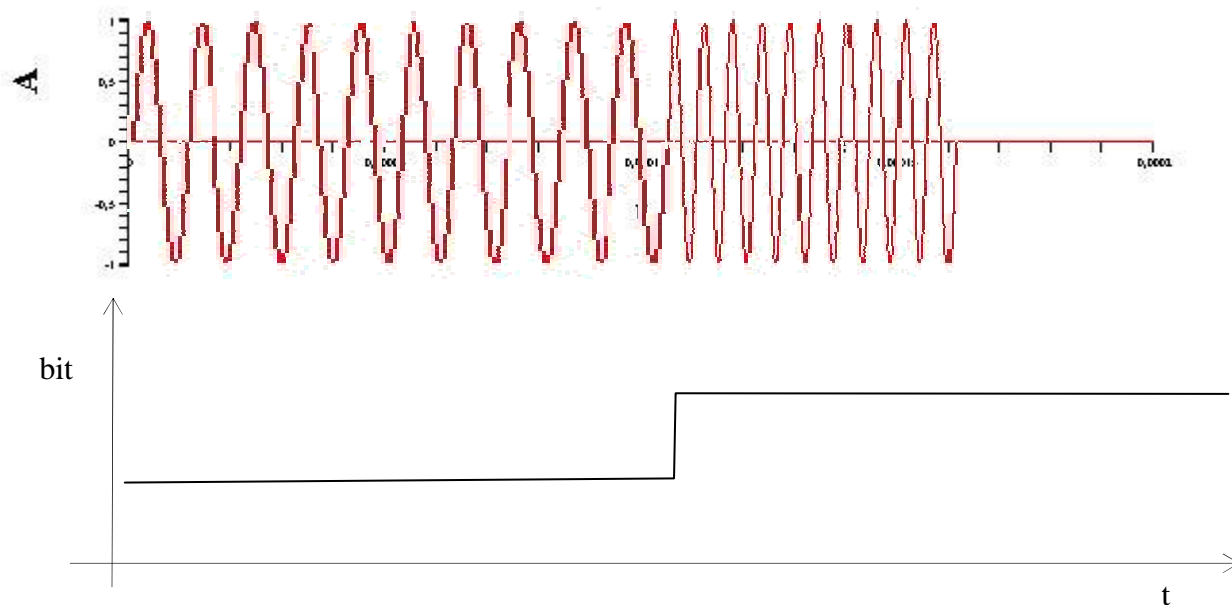
Rozdílem oproti FSK je, že nedochází ke skokové změně fáze – plynulé navázání.

Frekvence nosné jsou zde dvě:

Nulový bit: $f_1 = 80,645 \text{ kHz}$

Jedničkový bit: $f_2 = 135,135 \text{ kHz}$

$f_{\text{sig}} = 2 \text{ kHz}$



2. ZÁVĚR

Měřením jsme si ukázali, jak v praxi vypadá modulace digitálního signálu. V našich hodnotách samozřejmě došlo k určitým odchylkám oproti teoretickým předpokladům – např. u měření QPSK. Z tabulky uvedené výše jsou vidět odchylky změny fáze oproti předpokládaným. Značná nepřesnost může být způsobena odečítáním fázových posuvů pomocí kurzorů na osciloskopu – maxima (na kterých jsme odečítali) byla pro tento účel ručního odečítání dosti „plochá“.

Naše měření však bylo poměrně dosti nedokonalé a to zejména co se týče zaznamenání některých hodnot na osách – tedy měřítek atd. Důvodem bylo, že jsme neměli možnost se na měření připravit, přičemž tato úloha je bez přípravy poměrně náročná. Bohužel byla také opomenuta možnost, že je možné z daného osciloskopu nahrávat zobrazované průběhy přímo na Flash disk – zakreslené obrázky jsou tedy opravdu jen principiálního a orientačního charakteru. Průběhy byly na základě zaznamenaných údajů zčásti generovány v Maple.

Průběhy při měření odpovídaly našim předpokladům. Ještě zbývá dle zadání zmínit využití FSK – starší modemy a např. také „radiodálnopisný“ přenos.