

VÝUKA DIGITÁLNÍCH SIGNÁLŮ S MATLABEM

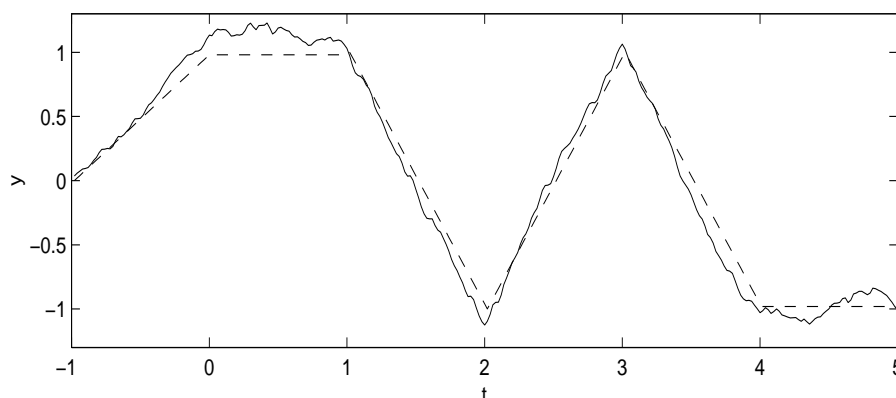
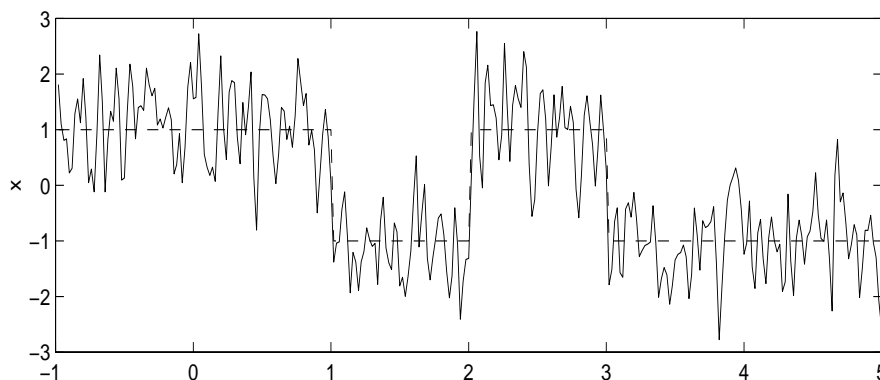
Prof. Vladimír Šebesta a Ing. Milan Brejl

Ústav radioelektroniky FEI VUT v Brně

Abstrakt: Číslicové signály v moderní technice nabývají mnoha podob. Modulačních systémů je dlouhá a stále se prodlužující řada. Vytváření signálů pro výukové ale i pro výzkumné účely pomocí generátorů je neúměrně drahé. Je proto výhodné používat simulaci a zobrazení signálů BPSK, QPSK, MQAM, OFDM a dalších Matlabem. Obrázky časových průběhů jsou velmi podobné obrázkům pozorovatelným na stínítcích osciloskopů. Modulace je možné snadno modifikovat a studovat i velmi jemné rozdíly mezi nimi, je možné sledovat působení pásmových propustí na modulované signály a demulace čistých i zarušených signálů.

1 Úvod

Klasická výuka sdělovací techniky je založena na teoretických přednáškách a praktických laboratorních cvičeních. Laboratorní cvičení vyžadují drahé přístrojové vybavení nebo speciální přípravky. Rychlý rozvoj sdělovací techniky nás nutí zařízení laboratoře často obměňovat, což je jak drahé tak pracné. Tím nechceme říci, že bychom se měli laboratorní výuky úplně vzdát. Experimentální práce přinášejí studentům neocenitelnou zkušenost. Možnost simulovat časové průběhy signálů na počítači a předvádět je studentům na



Obr. 1. Chování nřiznřsobenřho filtru.

prednřškřch nřm dřvř mořnost doplnit a rozřřit uřivo z laboratoři. Na prednřškřch jsme schopni presentovat signřly a jejich zpracovřnř v rozsahu, kterř nřnř v laboratornř vřuce myslitelnř. Je takř dřležitř, ře na v souřasnřm období rozvoje sdřlovacř techniky řastř objevnř se novřch typř signřlř mřřeme pruřnř reagovat, protoře to je jen přimřřenř nřkladnř a pracnř.

Simulace sdřlovacř signřlř nřvř nřnř jen vyuřovacř pomřckou, je nřstrojem,

2 Příklady

Možnosti programovacího prostředí Matlab v oblasti výuky číslicových komunikací bude demonstrována

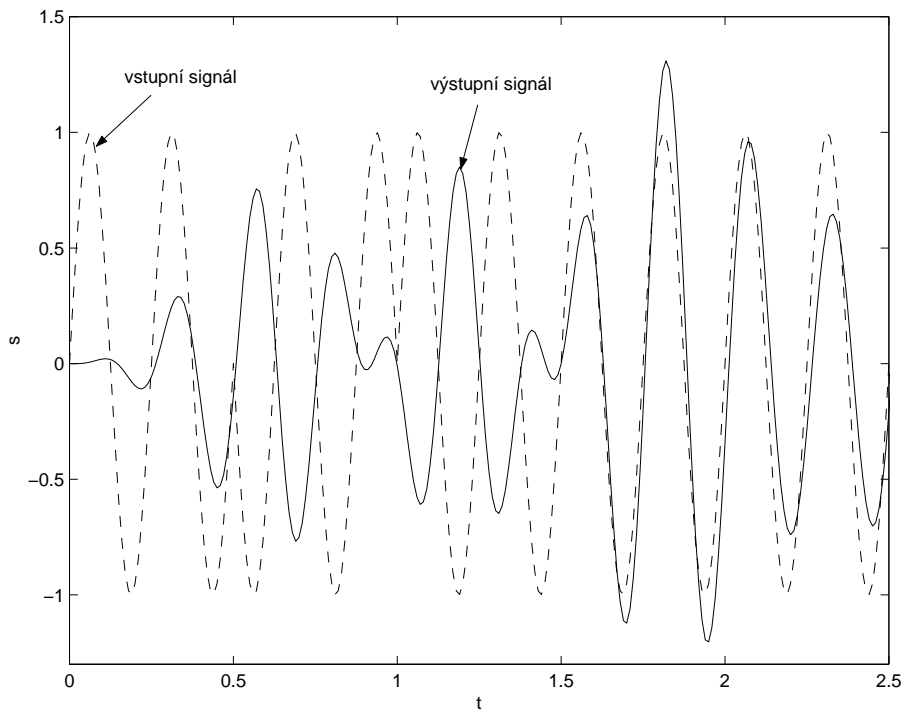
čtyřmi obrázky.

Obrázek 1 je věnován zpracování číslicového signálu NRZ v základním pásmu. Signál x na horním obrázku je vstupním signálem přizpůsobeného filtru. Signál tvořený součtem signálu NRZ a šumu je nakreslen plnou

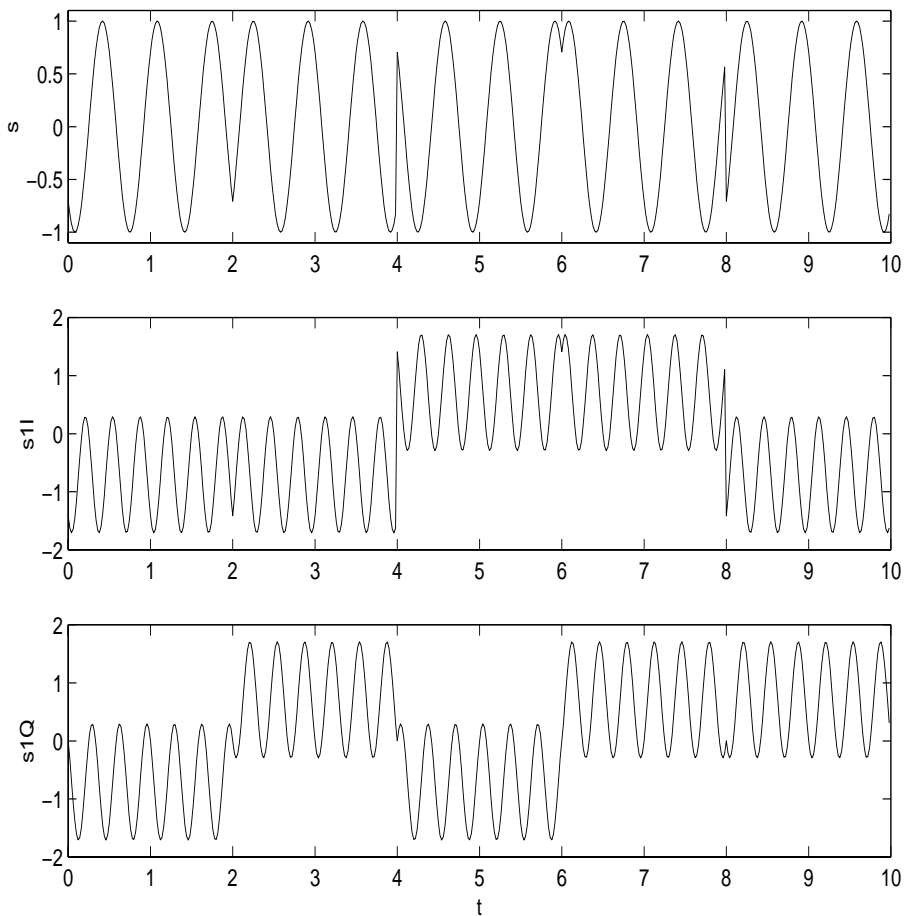
čarou, čárkovaně je nakreslen samotný signál NRZ. Odezva y filtru přizpůsobeného obdélníkovým impulsům šířky 1s na signál x je nakreslena ve spodní polovině obr. 1. Čárkovanou čarou je vyznačen průběh odpovídající nezarušenému vstupnímu signálu.

Působení pásmové propusti na dvoustavově fázově klíčovaný signál ilustruje obr. 2. Čárkovaně je nakreslen vstupní signál pásmové propusti, výstupní signál je nakreslen plnou čarou. Doba trvání signálových prvků je 0,5s. Je možné pozorovat zpoždění modulační obálky, přechodný děj na začátku a hlavně nežádoucí kolísání okamžité amplitudy signálu na výstupu pásmové propusti.

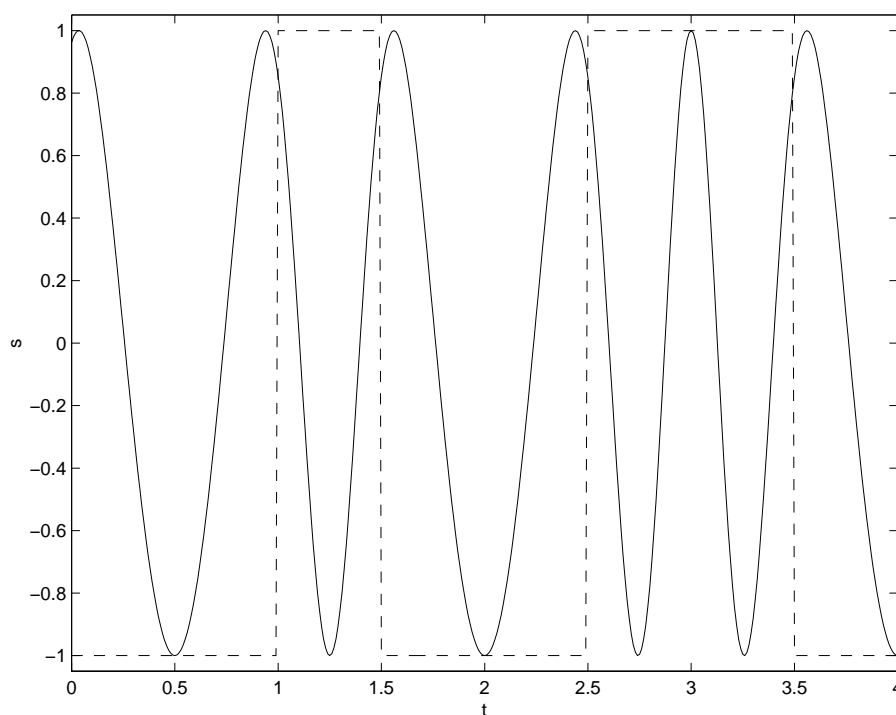
Obrázek třetí je věnován popisu části demodulačních pochodů pro-



Obr. 2. Působení pásmové propusti na signál BPSK.



Obr. 3. Demodulace signálu QPSK.



Obr. 4. Modulace GMSK.

bíhající při demodulaci signálu QPSK. V horní části obrázku je nakreslen signál QPSK s dobou trvání signálového prvku 1s. Prostřední a spodní část obrázku představuje signály za násobičkami ve větvích I a Q.

Poslední obrázek, obr. 4., zobrazuje časový průběh signálu GMSK. Doba trvání signálového prvku je 0,5s. Čárkovaně je nakreslen modulační signál NRZ. Plynulost přechodu mezi prvky

klíčovaného signálu s vyšším kmitočtem a signálovými prvky s nižším kmitočtem je dobře pozorovatelná.

3 Závěr

Praktické zkušenosti s výukou teorie sdělování prokázaly efektivnost používání Matlabu pro znázornění časových průběhů signálů a jejich přeměn. K úspěchu jistě přispělo zobrazení s barevnými čarami, které v tomto černobíle vytištěném příspěvku nebylo možné předvést.

Literatura

- [1] S. G. Wilson, *Digital Modulation and Coding*, London: Prentice-Hall, 1996.
- [2] J. G. Proakis, *Digital Communications*, 3rd ed. New York: Mac Graw-Hill, 1995.
- [3] M. J. Jeruchim, P. Balaban and K. S. Shanmugan, *Simulation of Communication Systems*, New York: Plenum Press, 1994.

This work was supported by the Ministry of Education of Czech Republic - Project No.: VS97060.

Ústav radioelektroniky FEI VUT v Brně,
 Purkyňova 118,
 612 00 Brno
 E-mail: sebesta@urel.fee.vutbr.cz
 brejl@urel.fee.vutbr.cz