

LOW ALTITUDE FM RADIOALTIMETER

Kamil Pítra

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT

E-mail: xpitra01@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Ladislav Józsa

E-mail: xjozsa00@stud.feec.vutbr.cz

ABSTRACT

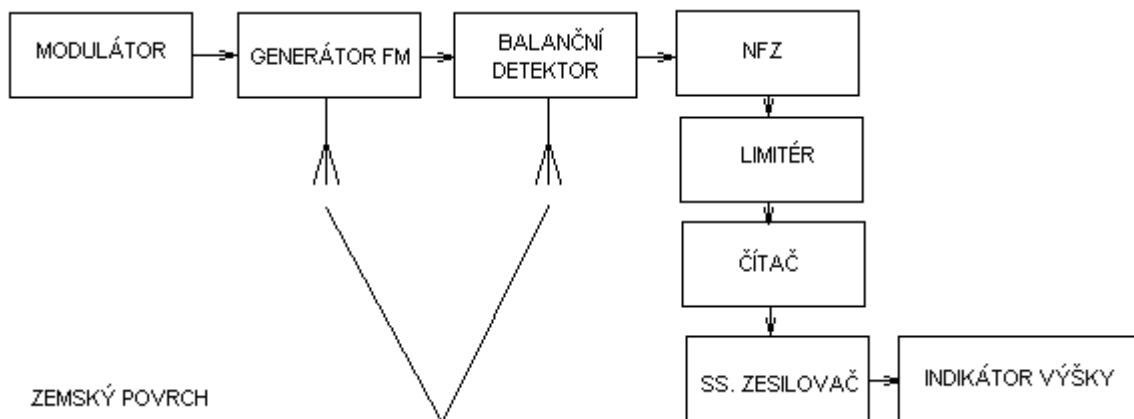
The aim of my bachelor thesis is to design a low altitude FM radioaltimeter based on heterodyne frequency measurement. Radiolocator works in 5,760 GHz frequency band. Its design is based on solving peripheral circuits. There are no RF modules used. Design consists of two parts – a transmitter and a receiver part. Design of each of them is supported by simulations and measurements.

1. ÚVOD

Tématem tohoto projektu je realizace FM radiovýškoměru pro měření malých výšek. Zařízení je svojí koncepcí a realizací určeno jako palubní výškoměr do letadel, případně do ultralightů. Tomuto požadavku jsem se snažil přizpůsobit svůj návrh z hlediska hmotnosti, rozměrů, napájecího napětí a mechanické odolnosti. Zařízení pracuje na principu měření zánějového kmitočtu odražené vlny, známém a do praxe uvedeném začátkem 30. let minulého století.

2. PRINCIP ČINNOSTI

Nejjednodušší radiovýškoměr pracující na principu měření kmitočtu je zobrazen na obr. 1. U tohoto systému je měřená výška funkcí kmitočtu zánějů přímé a odražené vlny. Kmitočtově modulovaný vysílač vysílá pomocí směrové antény svazek elektromagnetického záření směrem k zemskému povrchu. Odražený signál je přijat přijímací anténou a ve vyváženém směšovači (balanční detektor) je směšován s přímým signálem vysílače. Využívá se principu homodynu, superheterodynu s nulovým mezifrekvenčním kmitočtem. Výsledkem zpracování signálu je zánějový kmitočet, ze kterého je možné získat napětí, jenž je jednoznačně dáno měřenou výškou.



Obr. 1: Blokové schéma radiovýškoměru

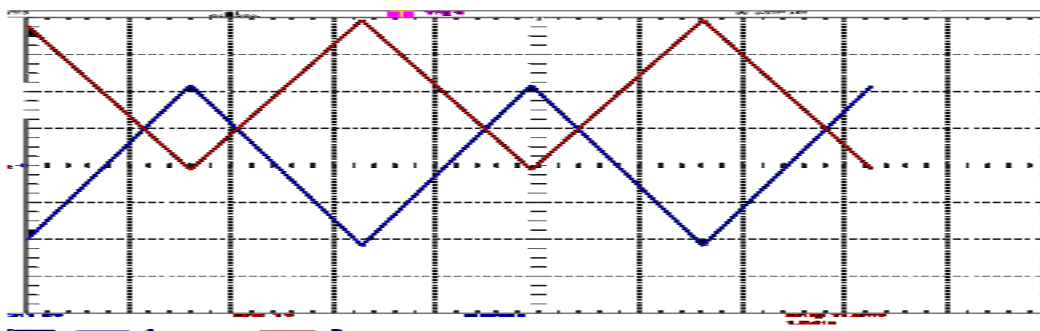
2.1. POSTUP NÁVRHU

Návrh je rozdělen na jednotlivé bloky:

- Návrh oscilátoru generujícího pilový signál určený k samotnému měření.
- Návrh FM modulátoru a místního oscilátoru.
- Návrh planárního násobiče kmitočtu.
- Návrh vysílací a přijímací antény.
- Návrh FM demodulátoru.
- Návrh nízkofrekvenčního zesilovače.
- Návrh sítě komparátorů.
- Návrh vyhodnocení a zpracování výsledků.

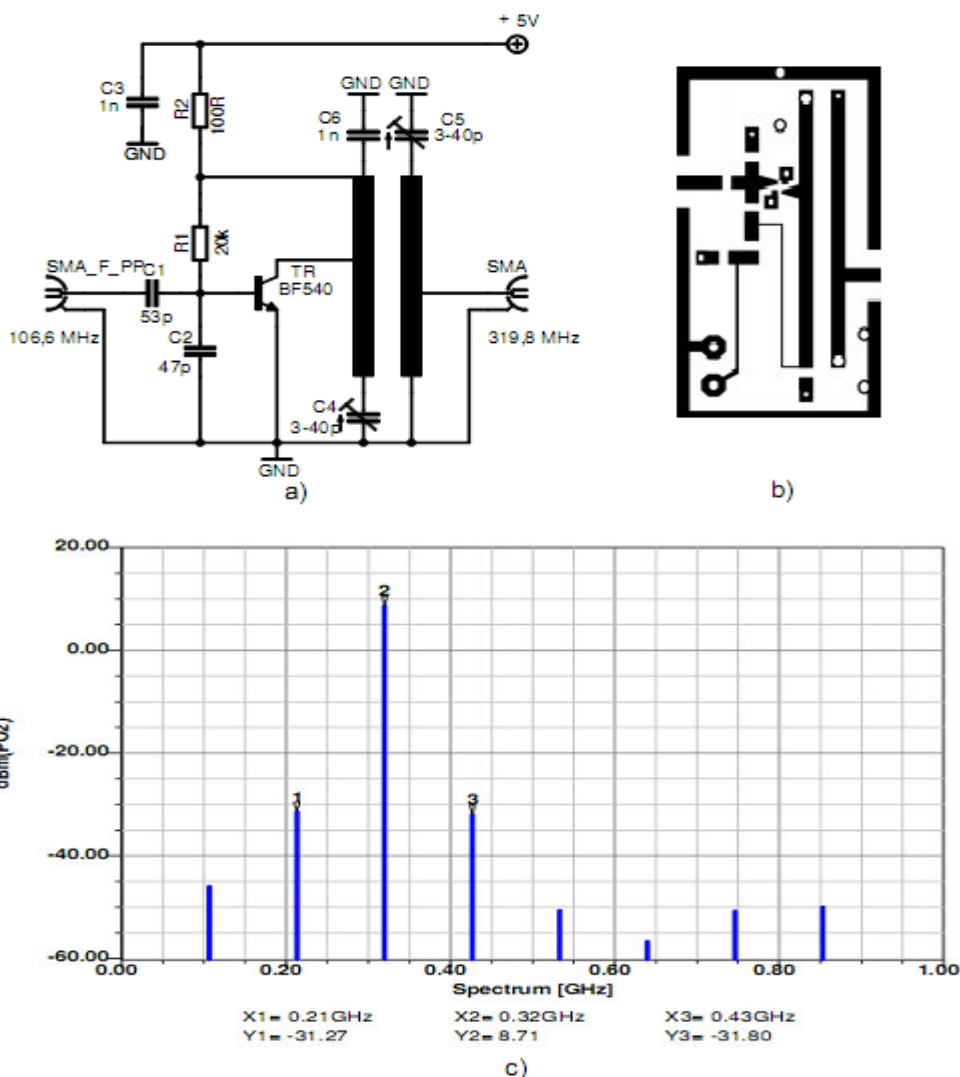
2.2. UKÁZKY VÝSLEDKŮ

Na prvním obrázku (**obr. 2**) je výsledek měření generátoru pilového signálu. Toto zapojení umožňuje generovat signál v rozmezí 25 Hz až 29 kHz. Umožňuje stejnosměrné posunutí signálu a nastavení výstupní úrovně napětí. Jedná se o měření na zrealizovaném vzorku.



Obr. 2: Oscilogram průběhu pilového signálu

Další ukázkou, uvedenou na obrázku (obr. 3), je návrh prvního stupně kaskády násobičů kmitočtu. Toto zařízení zabezpečuje vynásobení signálu z 106,6 MHz na hodnotu 5,760 GHz, která je určena k vysílání (radioamatérské pásmo).



Obr. 3: První stupeň násobiče kmitočtu
a) schéma zapojení b) planární motiv c) spektrum výstupního signálu

3. ZÁVĚR

Na zařízení stále pracuji, proto uvádím jen některé z výsledků. V dohledné době dojde k prvnímu zkušebnímu vysílání a zhodnocení prvních výsledků a správnosti návrhu funkčních bloků a případnou optimalizaci zapojení. Výsledkem bude plně funkční zařízení použitelné do letadla. Možným rozšířením radiovýškoměru je obohacení o další funkční bloky fungující jako autopilot a přistávací naváděcí zařízení.

LITERATURA

- [1] CARR, J. *Secrets of RF circuit design*. New York: John Wiley & Sons, 2001
- [2] HANUS, S.; SVAČINA, J. *Vysokofrekvenční. a mikrovlnná technika*. Skriptum. Brno: FEKT VUT v Brně, 2005