

# MAGNETIC LOOP ANTENNA WITH ELECTRONIC TUNING

**Luděk Svoboda**

Bachelor Degree Programme (1), FEEC BUT  
E-mail: xsvobo02@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Tomáš Urbanec  
E-mail: urbanec@feec.vutbr.cz

## ABSTRACT

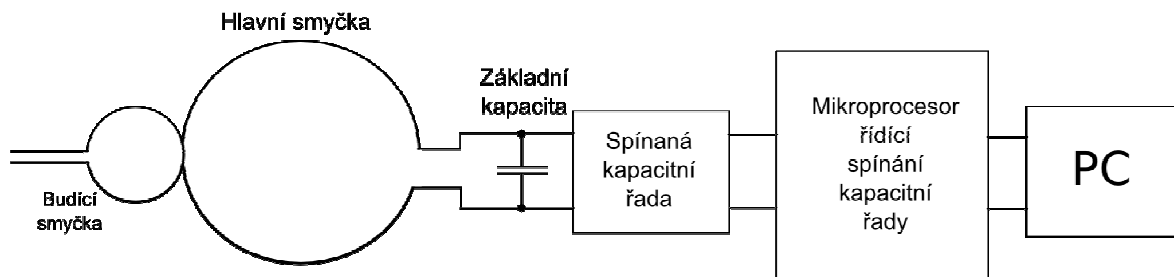
The aim of this project is the electronic tuning of magnetic loop antenna. The tuning consists of binary capacitive bank. The microprocessor controls change of capacity and communicates with PC. The desired resonance frequency is possible to select from the PC.

## 1. ÚVOD

Pro krátkovlnná pásma se s oblibou využívají magnetické antény, někdy také nazývané smyčkové. Vyznačují se malými rozměry, ale vysokou účinností. V radioamatérské praxi se pro přeladění rezonančního kmitočtu antény využívá laditelný vzduchový kondenzátor. Pro využití v laboratoři je tato konstrukce nevhodná z hlediska náročnosti na mechanické namáhání a opotřebení kondenzátoru. Proto se tento projekt zaměřil na elektronické ladění.

## 2. PRINCIP LADĚNÍ

Základní princip ladění spočívá ve změně kapacity paralelního rezonančního obvodu, který tvoří smyčka a k ní připojený kondenzátor. Jako řešení změny hodnoty kapacity se nabízí binární řada kondenzátorů s dostatečnou přesností pro plynulé ladění kmitočtu. Pro řízení změny hodnoty je předpokladem využití mikroprocesoru. Samotný mikroprocesor je nutné doplnit tranzistorovým zapojením pro připojení jednotlivých prvků řady kapacit. Blokové schéma je vidět na obrázku 1.



**Obrázek 1:** Blokové schéma principu ladění

Hodnoty kapacit jsou připojeny spínáním tranzistorů na základě řídicího programu mikroprocesoru. Mikroprocesor je připojen pomocí USB rozhraní k počítači, kde s

využitím obslužného programu je zadán vždy požadovaný rezonanční kmitočet a program určí potřebnou kombinaci kondenzátorů z řady.

## 2.1. POČETNÍ ŘEŠENÍ LADĚNÍ

Při početním návrhu je důležité uvažovat uplatnění skin efektu. Využitím výpočtu hloubky vniku:

$$\delta = \sqrt{\frac{2}{\omega \cdot \mu \cdot \sigma}} \quad (1)$$

vypočítáme skutečný odpor vodiče smyčky dle vztahu:

$$R_L = \frac{l}{2 \cdot \pi \cdot r_0 \cdot \sigma \cdot \delta} \quad (2)$$

Dále při výpočtu hodnot kapacity a indukčnosti uvažujeme platnost podmínky  $X_C = X_L$ , kdy jsou zanedbány hodnoty ztrátových odporů  $R_C$  a  $R_L$ . Výpočet indukčnosti jednozávitové cívky :

$$L = \mu \cdot r_C \cdot \left( \ln \frac{8 \cdot r_C}{r_V} - \frac{7}{4} \right), \quad (3)$$

kde  $r_C$  je poloměr cívky a  $r_V$  poloměr vodiče cívky. Dosazením vztahu (3) do podmínky vyjádříme výslednou kapacitu pro konkrétní frekvenci.

## 2.2. REALIZACE

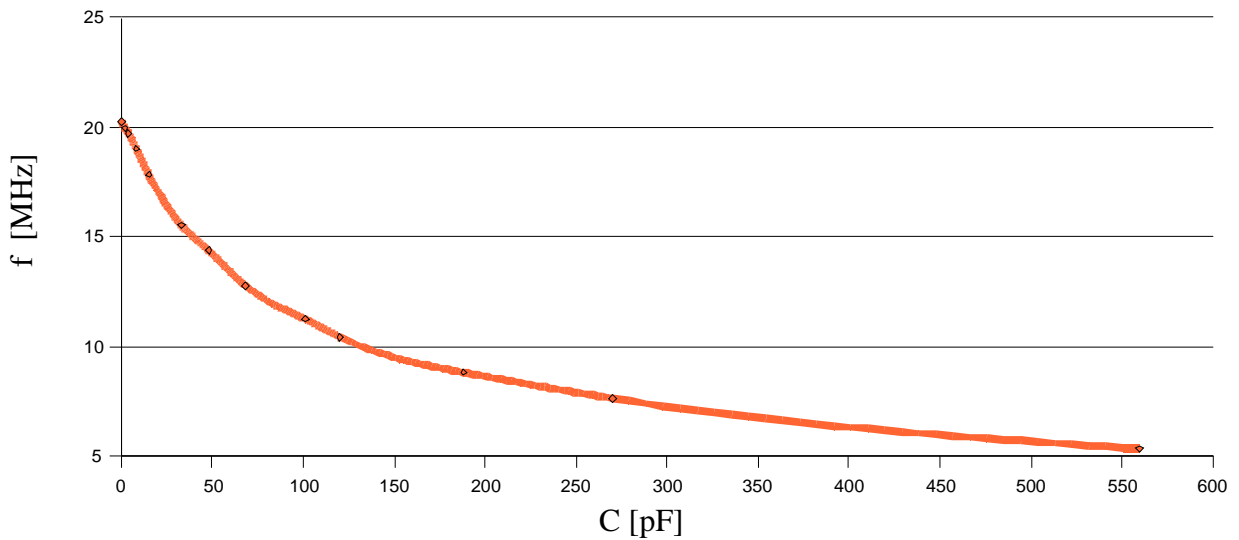
Při realizaci je velice důležité zvolit vhodné parametry součástek jednak z hlediska zatížitelnosti, ale i teplotní závislosti součástek. Zejména spínací tranzistory je důležité vhodně zvolit, protože jednotlivé proudy větvemi jsou  $Q$  krát větší než celkový proud ( $Q$  je činitel jakosti obvodu). Tudíž i průměr samotného vodiče smyčky musí být dostatečný.

Při návrhu zapojení je zapotřebí ošetřit zbytky vysokofrekvenčního signálu, které by mohly proniknout na báze tranzistorů. Při konstrukci desky plošných spojů je zapotřebí co nejvíce omezit vznik parazitních kapacit, které by ovlivnily nastavení rezonančního kmitočtu.

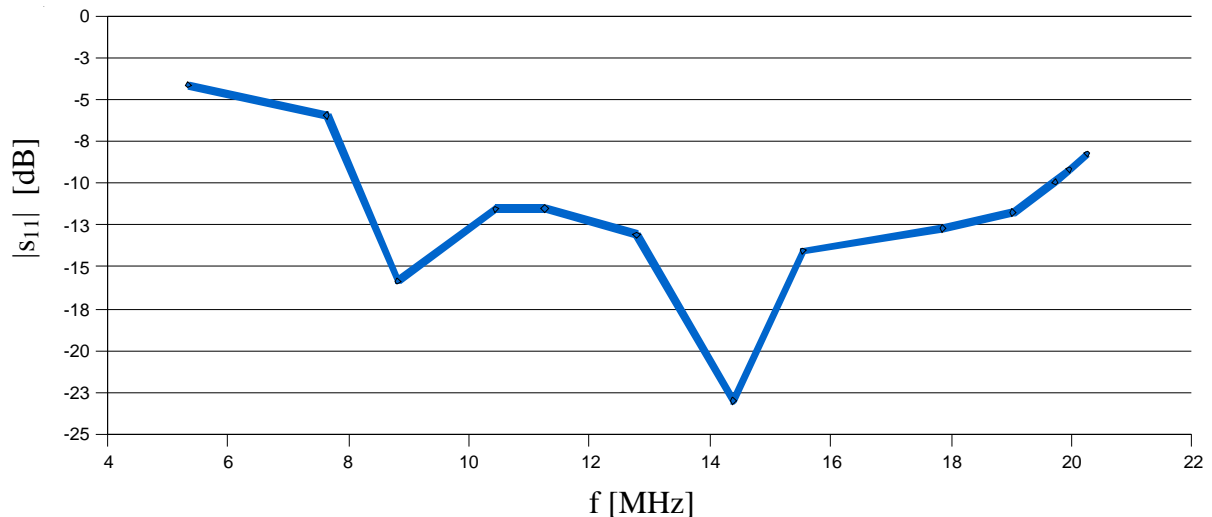
V konstrukci přípravku jsme využili devět hodnot vypočtené binární kapacitní řady od 2pF do 512pF. [1]

## 2.3. MĚŘENÍ PŘÍPRAVKU

Realizovaná ladící část bez řízení mikroprocesorem byla měřena obvodovým analyzátozem. Výsledky měření jsou zaznamenány v závislostech zobrazených v obrázku 2 a v obrázku 3. Toto měření bylo provedeno jen jako orientační zjištění funkčnosti přípravku. Podrobnější měření bude provedeno v následujících pracích na této práci.



**Obrázek 2:** Závislost rezonančního kmitočtu na nastavené hodnotě kapacity



**Obrázek 3:** Závislost parametru  $|s_{11}|$  na nastavené hodnotě rez. kmitočtu

### 3. ZÁVĚR

Frekvenční pásmo realizovaného přípravku dosažené orientačním měřením bylo od 8 MHz do 20 MHz pro úroveň parametru  $|s_{11}| = -10$  dB. Dle závislosti v obrázku 3 je patrné, že nejlepší přizpůsobení bylo dosaženo na kmitočtu přibližně 14,5 MHz. Podle teoretického předpokladu by nejlepší přizpůsobení mělo být na středním kmitočtu pásma. V současné době se pracuje na realizaci řídicího mikroprocesoru a jeho komunikaci s počítačem. Cílem práce je realizace funkční elektronicky laděné antény řízené obslužným programem na PC s využitím v laboratořích pro krátkovlnná pásma.

### LITERATURA

- [1] Luděk Svoboda: Elektronicky laděná smyčková anténa pro kmitočty do 30 MHz, [Semestrální projekt 2], VUT Brno 2007