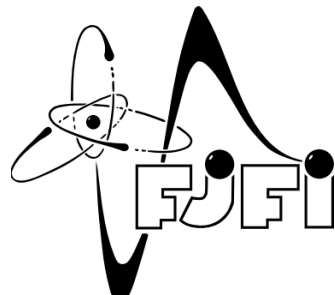


Chování neideálních cívek a kondenzátorů, praktické využití LC obvodů v moderních technologiích

Jan Olšan, Tomáš Trajhan

Fyzikální seminář – Zima 2015

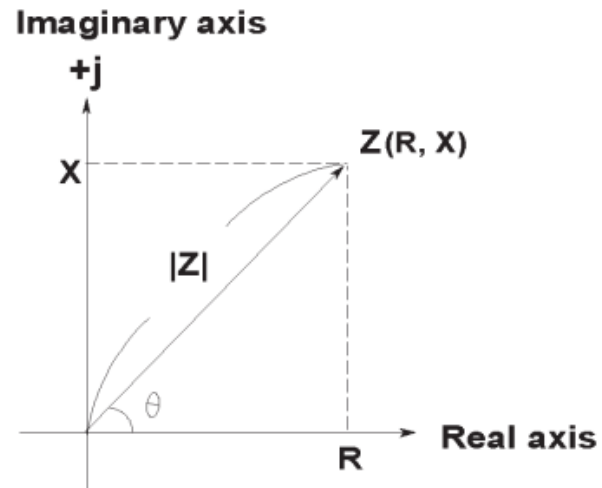


Osnova

- Impedance
- RLC obvod
- Ověření vztahu pro rezonanční frekvenci
- Chování neideálních cívek a kondenzátorů
- Využití LC obvodů

Impedance

- Značka Z , $[Z] = \Omega$
- Celkový „odpor“ kladený součástkou/obvodem střídavému proudu při dané frekvenci
- Komplexní číslo – reálná složka odpor R , imaginární reaktance X
- Vyjádření – ekvivalentní sériový obvod
- $Z = R + iX$



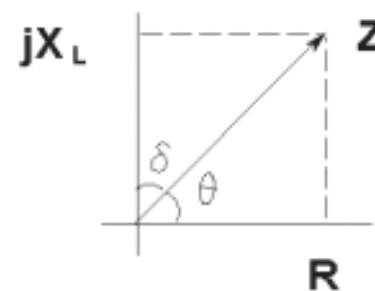
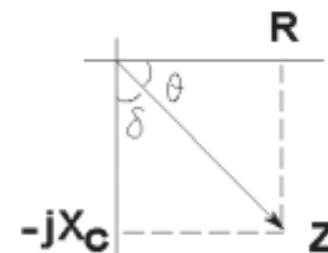
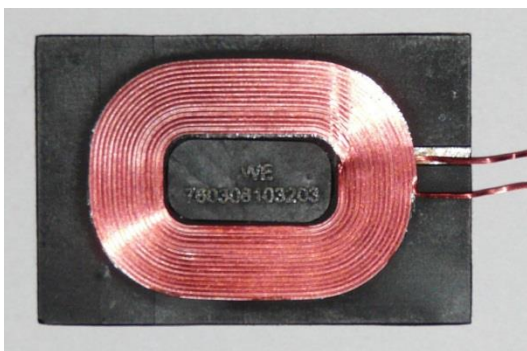
Induktance a kapacitance

- Formy reaktance
- Kapacitance X_C - u kondenzátoru

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{\omega C}$$

- Induktance X_L – u cívky

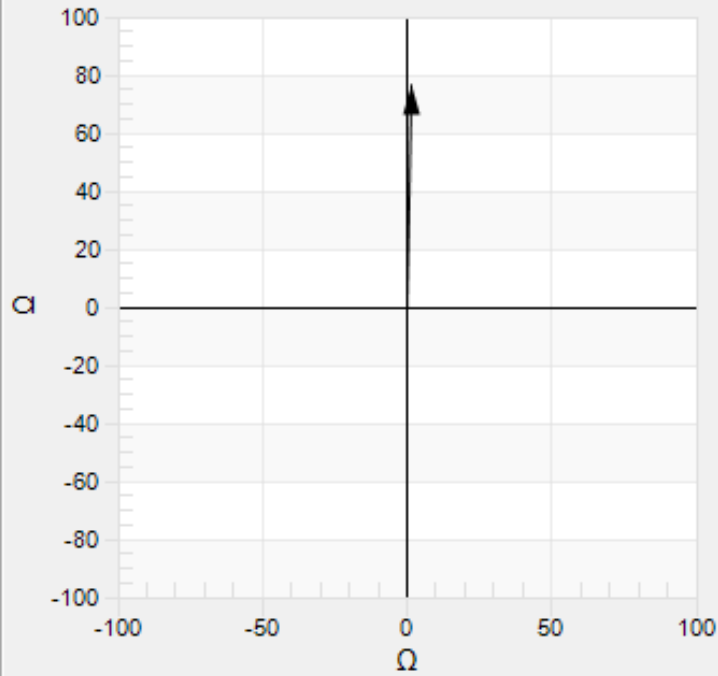
$$X_L = 2\pi fL = \omega L$$



Impedance

Real

Imag



Serial equivalent circuit

$R_s = 1.665 \Omega$



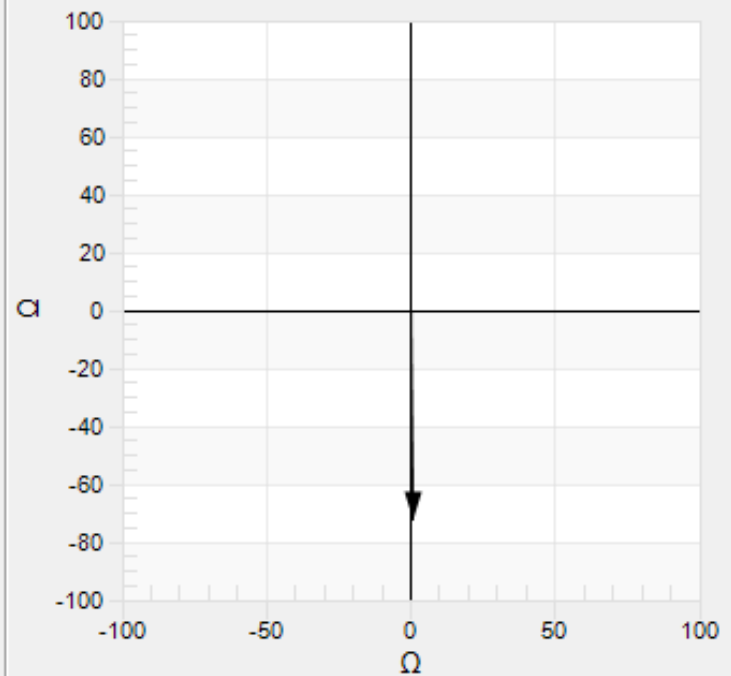
$L_s = 12.176 \mu\text{H}$

$Q = 45.957$

Impedance

Real

Imag



Serial equivalent circuit

$R_s = 1.105 \Omega$



$C_s = 2.200 \text{ nF}$

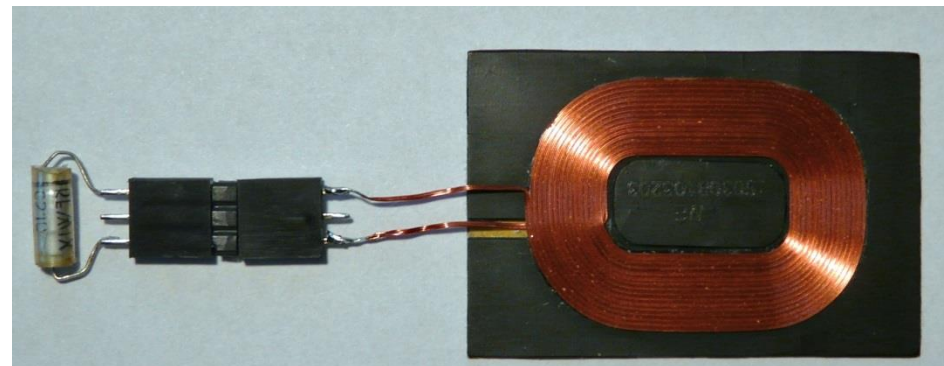
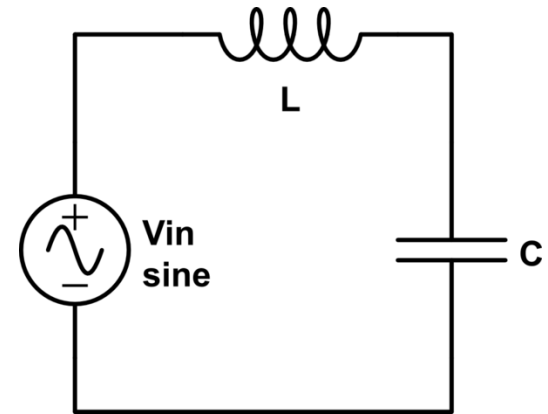
$Q = 65.442$

(R)LC obvod

- Cívka spojená s kondenzátorem
- Analogický s mechanickým oscilátorem
- Poloha – náboj, hmotnost – indukčnost, rychlost – proud, koeficient tření - odpor ...
- Rezonanční frekvence

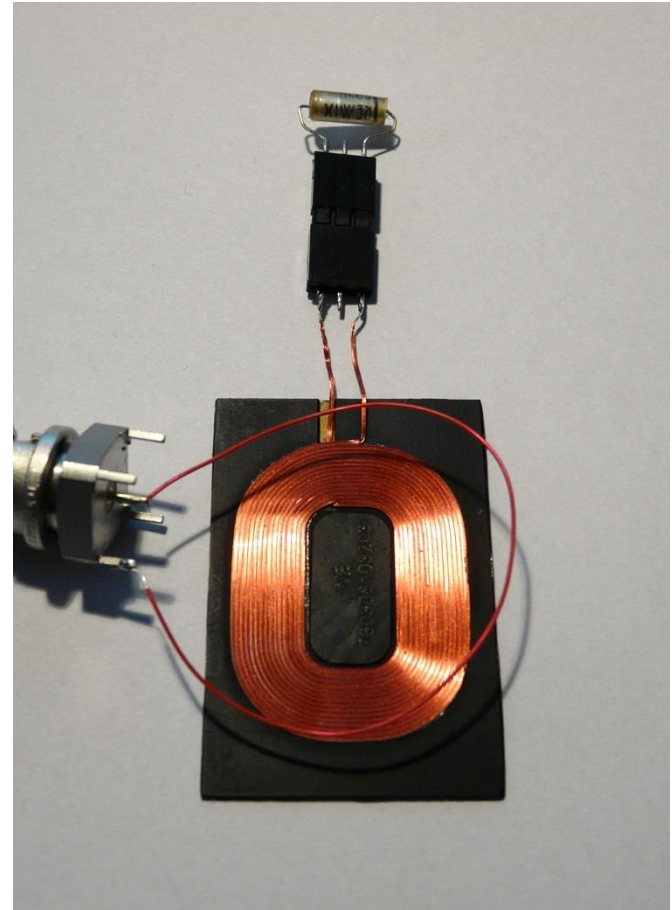
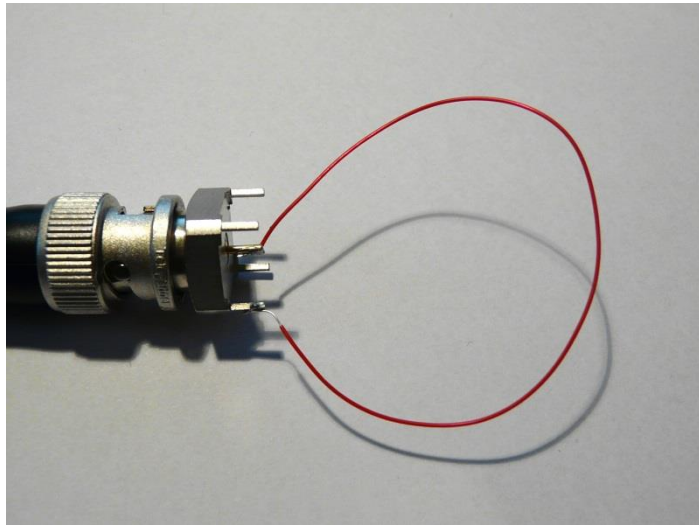
$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

- R většinou pouze parazitický

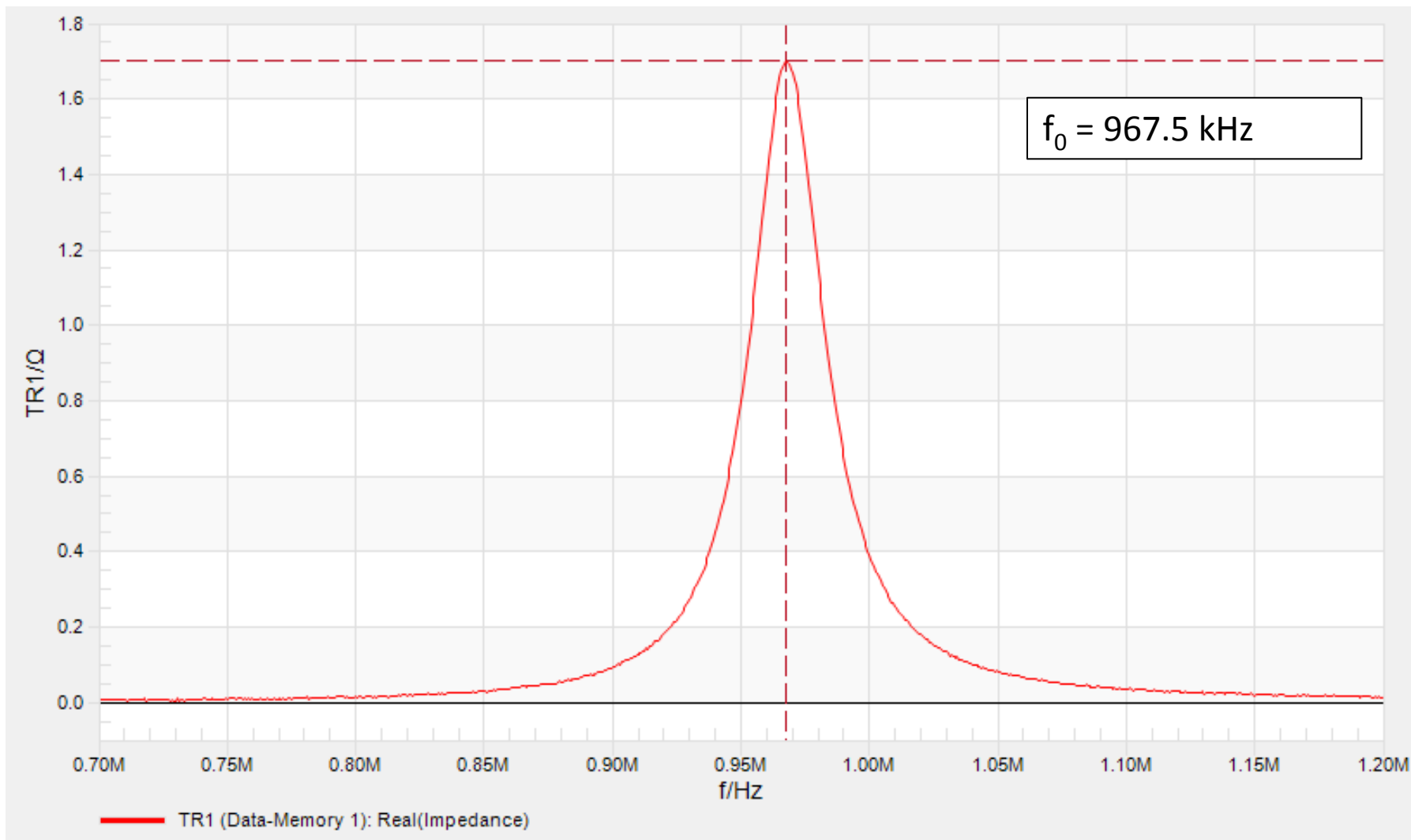


Jak se to chová ve skutečnosti?

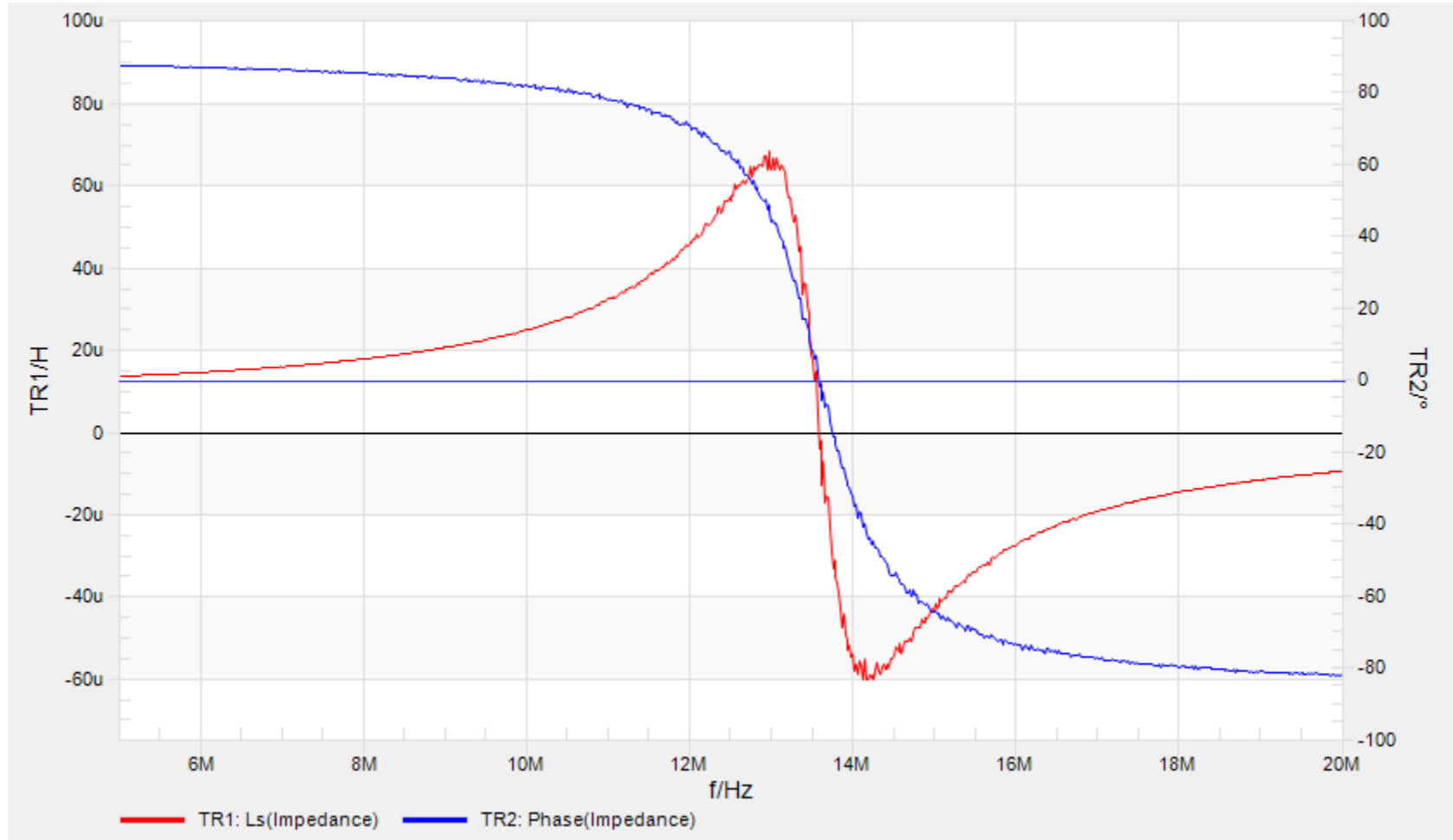
- Měříme změny impedance kabelu pro danou frekvenci způsobené pohlcováním energie vyzářené magnetickým polem



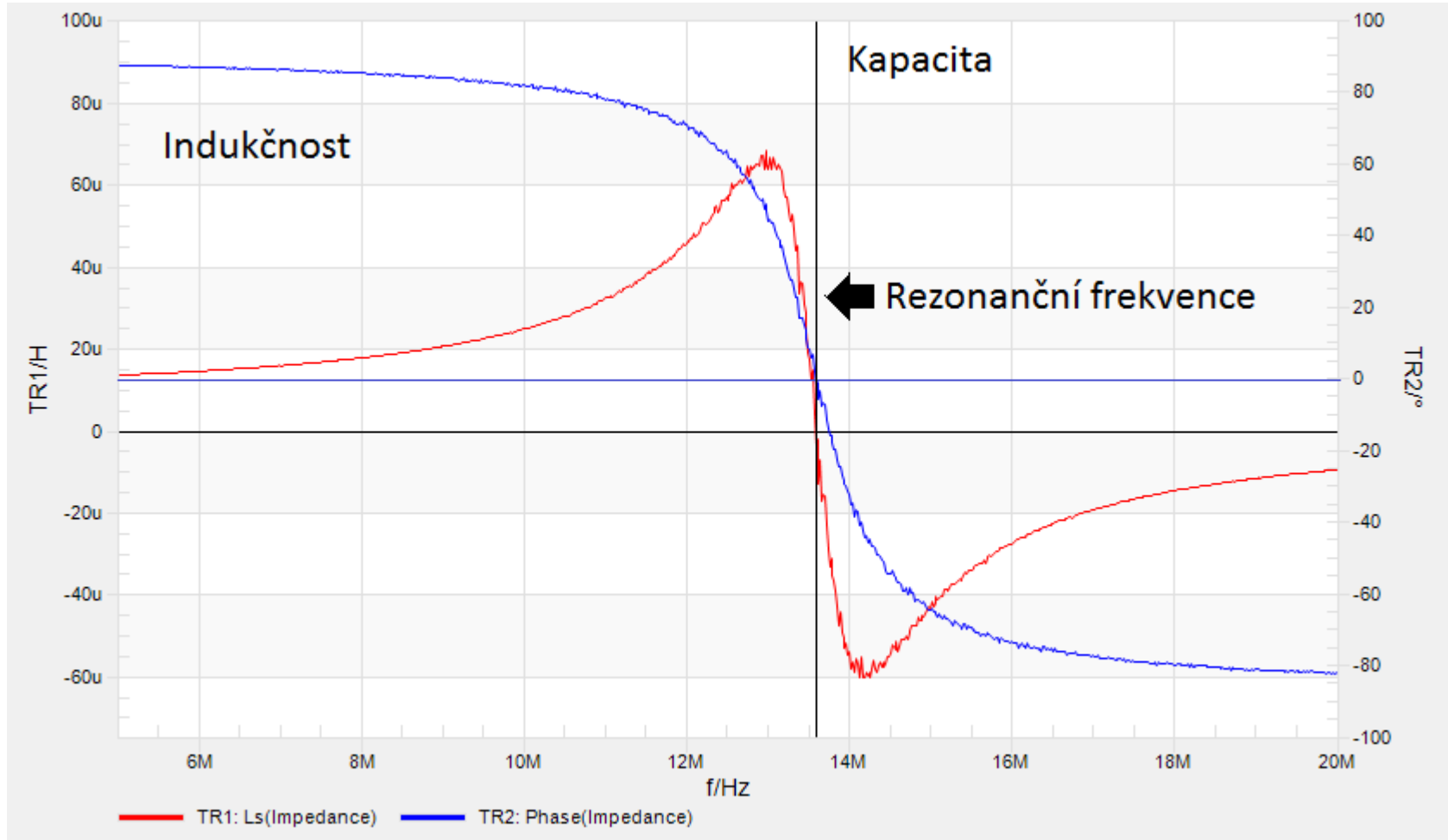
Jak se to chová ve skutečnosti?



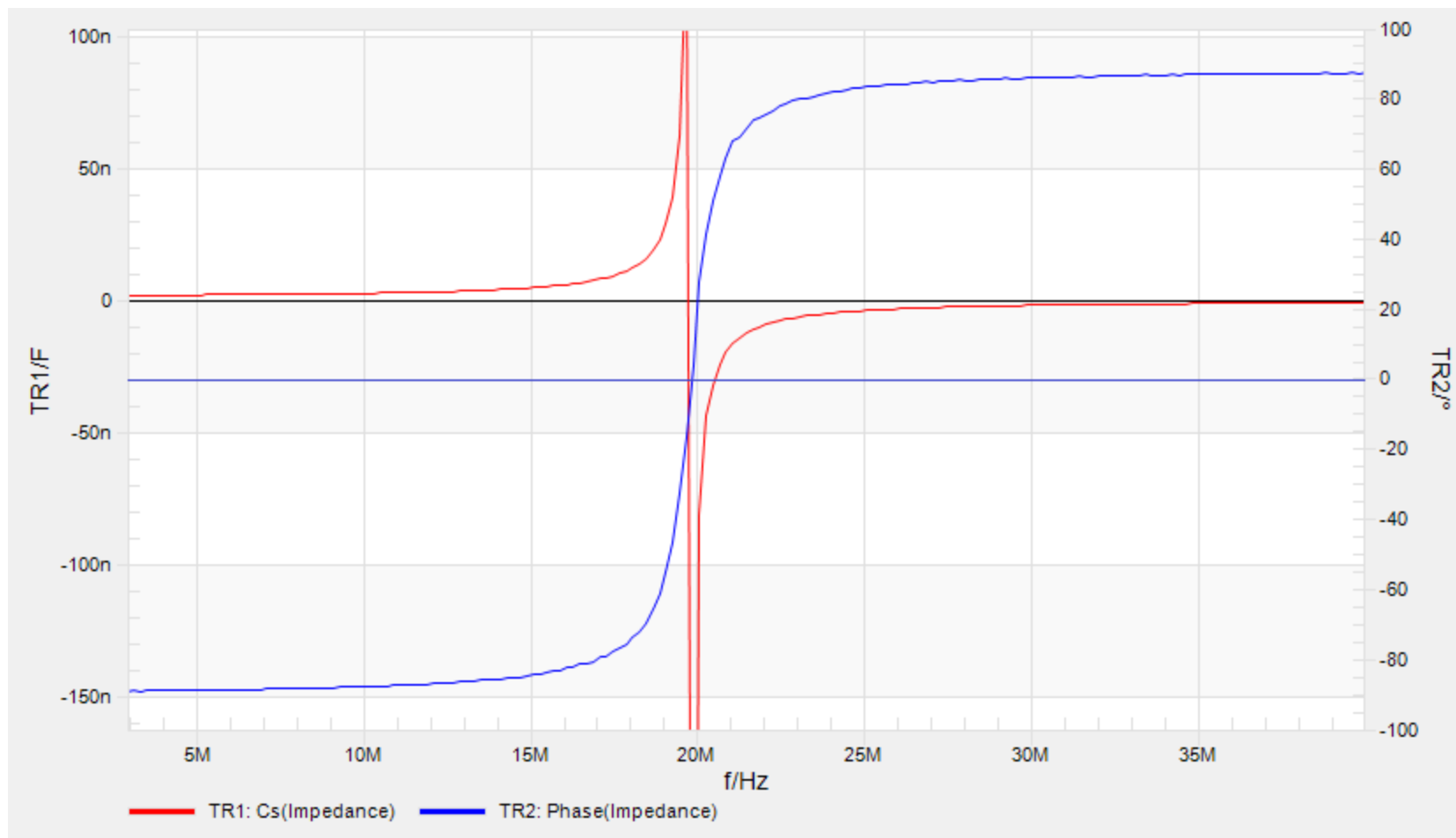
Záporná indukčnost?



Závislost indukčnosti na frekvenci

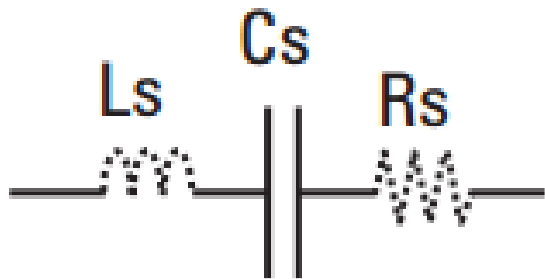


Závislost kapacity na frekvenci



Co z toho plyne?

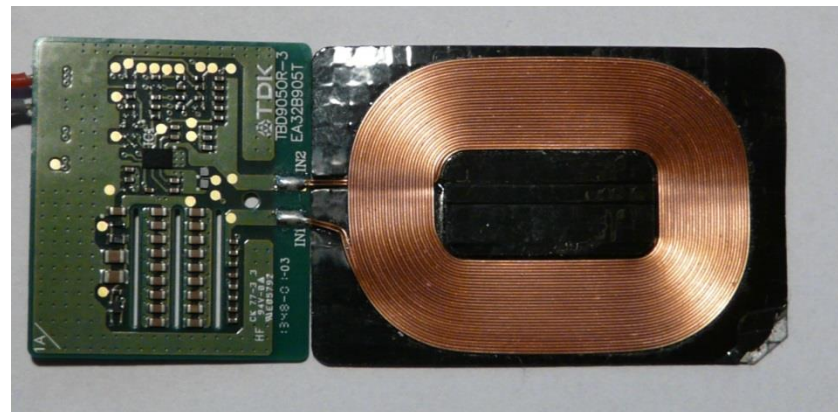
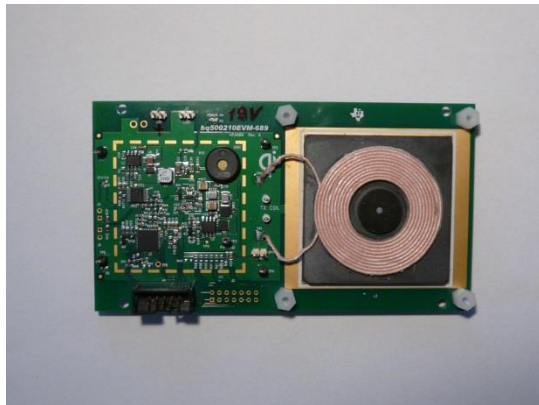
- Součástky nejsou ideální – cívka má nějakou kapacitu, kondenzátor indukčnost
- Parazitické parametry se projevují různě v závislosti na frekvenci
- Model – sériová indukčnost, odpor a kapacita



K čemu je to dobré?

Bezdrátové nabíjení

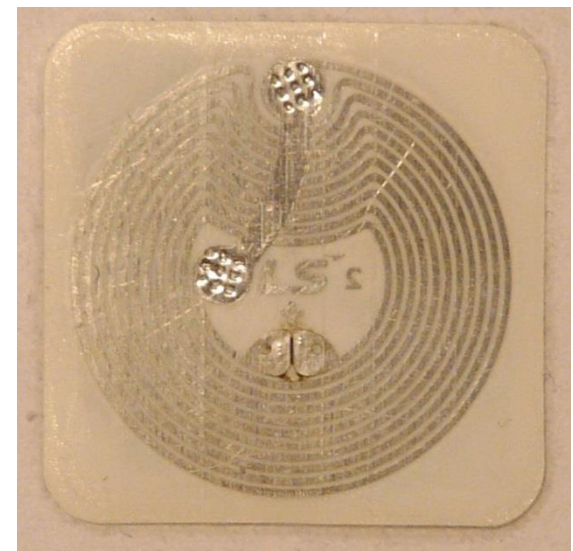
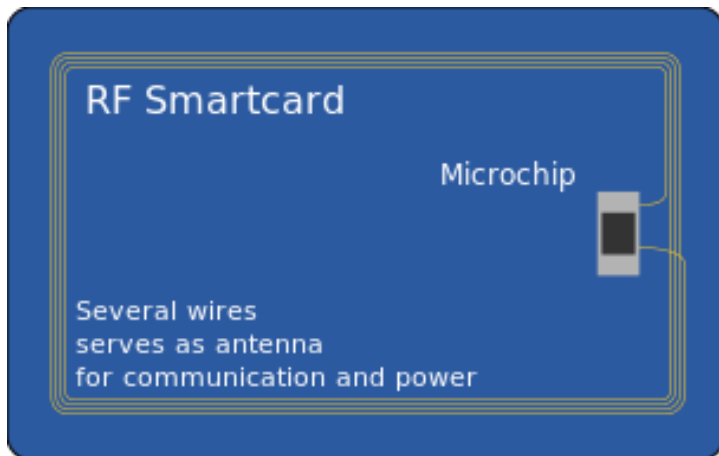
- Rezonanční transformátor bez jádra
- Dokáží spolu digitálně komunikovat (2 Kbps)
- Výhody: není potřeba kabel, zařízení lze kompletně uzavřít
- Nevýhody: nižší účinnost, pomalejší, vyšší cena



NFC

- Aktivní zařízení – se zdrojem napájení
- Pasivní zařízení – napájeny proudem indukovaným polem aktivního zařízení
- Provozní frekvence 13,56 MHz
- Přenosové rychlosti 106 - 848 kbps
- 96 – 8 192 bytů paměti

Bezkontaktní karty



Závěr

- Za určitých podmínek se může kondenzátor chovat jako cívka a naopak
- Lineárně harmonický oscilátor má využití i v moderních technologiích
- Kalibrace měřících přístrojů je velmi důležitá
- Poděkování: Ing. Vladimíru Olšanovi, Ph.D. za zapůjčení potřebného vybavení a rady

Děkujeme za pozornost

Zdroje

- [1] R. P. Feynman, R. B. Leighton a M. Sands, *Feynmanovy přednášky z fyziky: revidované vydání s řešenými příklady – 1. díl*, Fragment, Praha (2013), 314-325, ISBN 9788025316429
- [2] R. P. Feynman, R. B. Leighton a M. Sands, *Feynmanovy přednášky z fyziky: revidované vydání s řešenými příklady – 2. díl*, Fragment, Praha (2013), 304-306, ISBN 9788025316436
- [3] kol. autorů, *Resonant Wireless Power & How it Works*, <http://powerbyproxi.com/about/wireless-standards/>
- [4] K. Siddabattula, *Why Not A Wire?: The case for wireless power*, <http://www.wirelesspowerconsortium.com/technology/why-not-a-wire-the-case-for-wireless-power.html/>
- [5] kol. autorů, *System Description Wireless Power Transfer, Volume I: Low Power*, Wireless Power Consortium (2013), <http://www.wirelesspowerconsortium.com/developers/specification.html>
- [6] kol. autorů, *Agilent Impedance Measurement Handbook*, Agilent Technologies (2013), <http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5950-3000.pdf>
- [7] kol. autorů, *Near field communication*, Wikipedia, https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Near_field_communication&oldid=684890260
- [8] anonym, *Inside NFC: how near field communication works*, APC magazine (2011), <http://apcmag.com/inside-nfc-how-near-field-communication-works.htm/#null>

Komunikace při bezdrátovém nabíjení

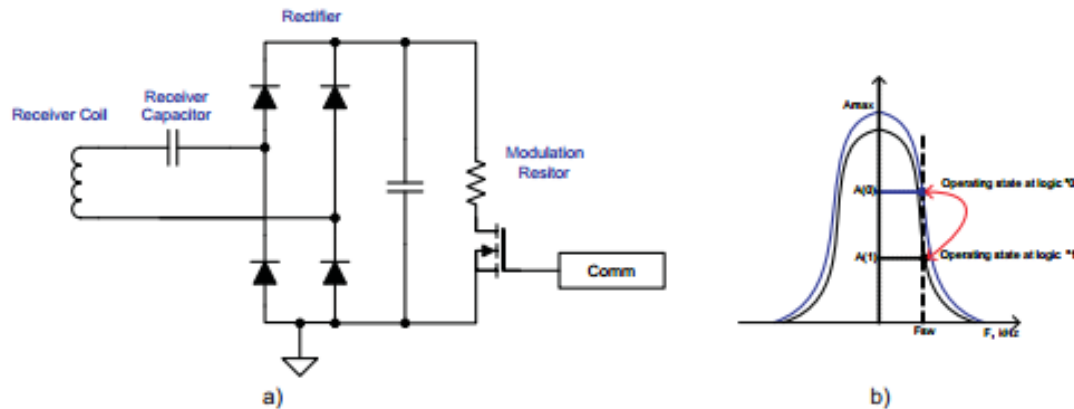


Figure 3. Receiver Resistive Modulation Circuit

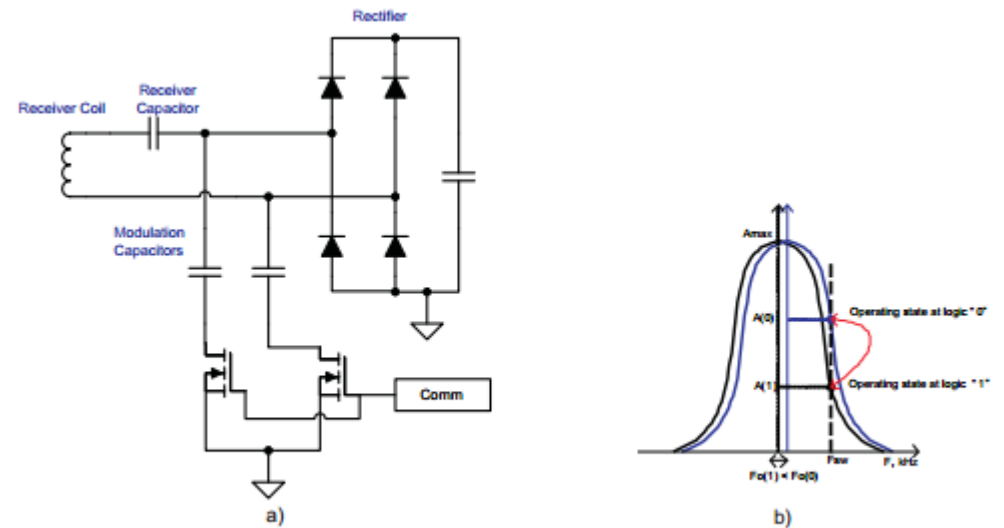


Figure 4. Receiver Capacitive Modulation Circuit