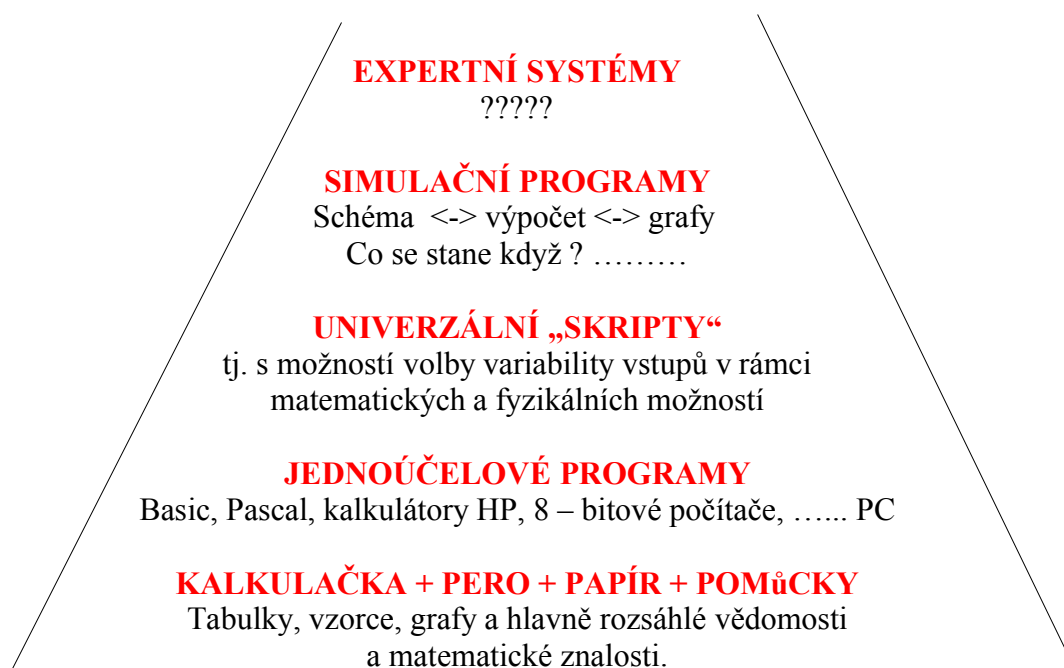


1) Co simulací na počítači získám ?

Tuto otázku jsem si před časem také kladl. Jelikož sám strávím u PC podstatnou část svého pracovního času, říkal jsem si, že dalším vysedáváním nad „jakousi simulací“ získám pouze prohloubení bolestí zad, očí Přitom na programové výstupy určitě nebudu přijímat, vysílat no prostě dělat všechny ty činnosti, pro které český HAM žije. Červíček však v hlavě vrtal a tak když se mi nějaký program do ruky dostal, zkoušel jsem jej. Hodně jsem jich za dobu od 10. mikrovlnného setkání do dnešních dnů z disku smazal, některé si oblíbil a zjistil, že i volně šířené (a tedy zdánlivě neplnohodnotné) programy mohou napomoci zpřesnit nebo pochopit činnost obvodů a urychlit vývoj dílčích částí zařízení.

Posloupnost vývoje prostředků k výpočtu a simulaci elektronických dějů ukazuje následující „pyramida“.



Patrné je především, že čím více se blížíme k dolní části této pomyslné pyramidy, tím více se musíme soustředit na správnost výpočtu a odvození matematických vztahů, zvyšuje se časová náročnost řešení a zejména chybovost. Ze svého okolí vím, že i mnohý absolvent průmyslovky dává přednost pokusnému nastavování „vrabčího hnízda“ ve snaze přeměnit tento chuchvalec drátků v cosi, co po dlouhé době nazve konečný výrobek – jen aby nemusel použít sadu nástrojů jako je Ohmův zákon, Kirchhoffovy zákony, Thomsonův vzorec a další...

Moje odpověď na výše položenou otázku tedy zní:

- dojde k uchování podstatných částí schemat a zapojení, které můžu v budoucnosti potřebovat (nebo také naměřených výsledků).
- vyhnu se nepříjemnostem spojeným s chybami vzniklými z nedokonalé znalosti matematického aparátu
- mohu se plně soustředit na řešení problému a velice rychle oddělit řešení špatná od řešení nadějných nebo v ještě lepším případě i správných – pro tuto činnost nepotřebuji drahou sadu nejrůznějších měřicích přístrojů. Navíc nejsem odkázán na výsledky získané

klasickými metodami řešení obvodů a mohu do simulace zavést model dané součástky sestavený na kvalifikovaném měřicím pracovišti. Podrobněji se těmito modely součástek zabývá článek [2], nebo soubory přiložené k programu Simetrix Intro.
d) rychle získám grafické i tabulkové přehledy řešení.

2) Stručný přehled mnou otestovaných a doporučených programů pro simulaci a podpůrných „skriptů“:

a) AppCad - velice solidně zpracované a všeobecně známé „skripty“ vhodné pro analýzu problematiky vf vedení, šumových vlastností dvojbranů, impedanční kalkulátor, práce s S-parametry, analýza zapojení tranzistorů a diodových detektorů, bod zahrazení, směšovací problém.

Neustále se vyvíjí, nová verze je na adrese <http://www.agilent.com>

b) Simetrix Intro – <http://catena.uk.com> – bohatá knihovna součástek, lze vkládat modely součástek (S-parametry a SPICE modely). Demoverze je omezená počtem součástek a jejich bodováním, ale na běžnou simulaci dílčích celků je program perfektní. Sám jej používám nejen pro simulaci, ale i pro zakreslení osvědčených schemat. Podrobněji se popisem tohoto programu zabývá Petr, OK1AE v časopise Radioamatér.

c) mini dB – Calculator, autor Wilfried Burmeister, DL5SWB – solidní „skript“ použitelný pro základní přepočty veličin používaných ve vf technice.

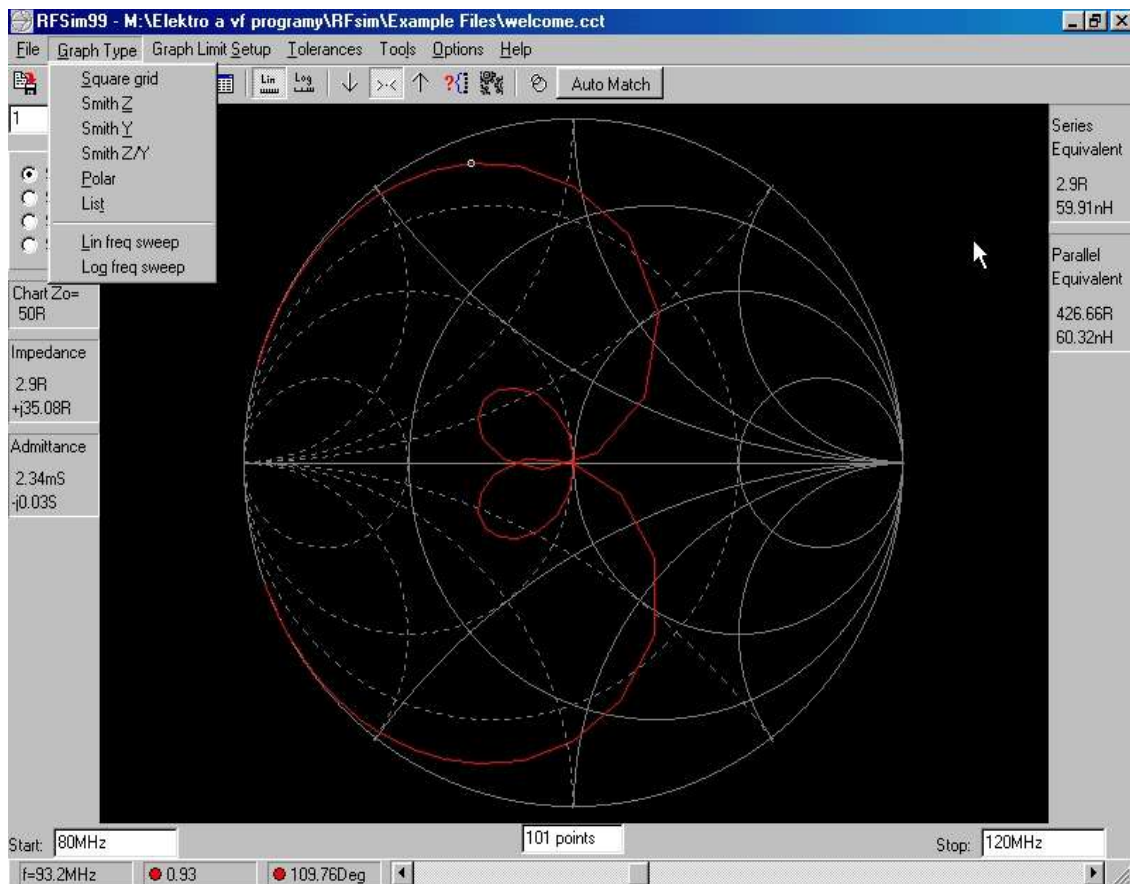
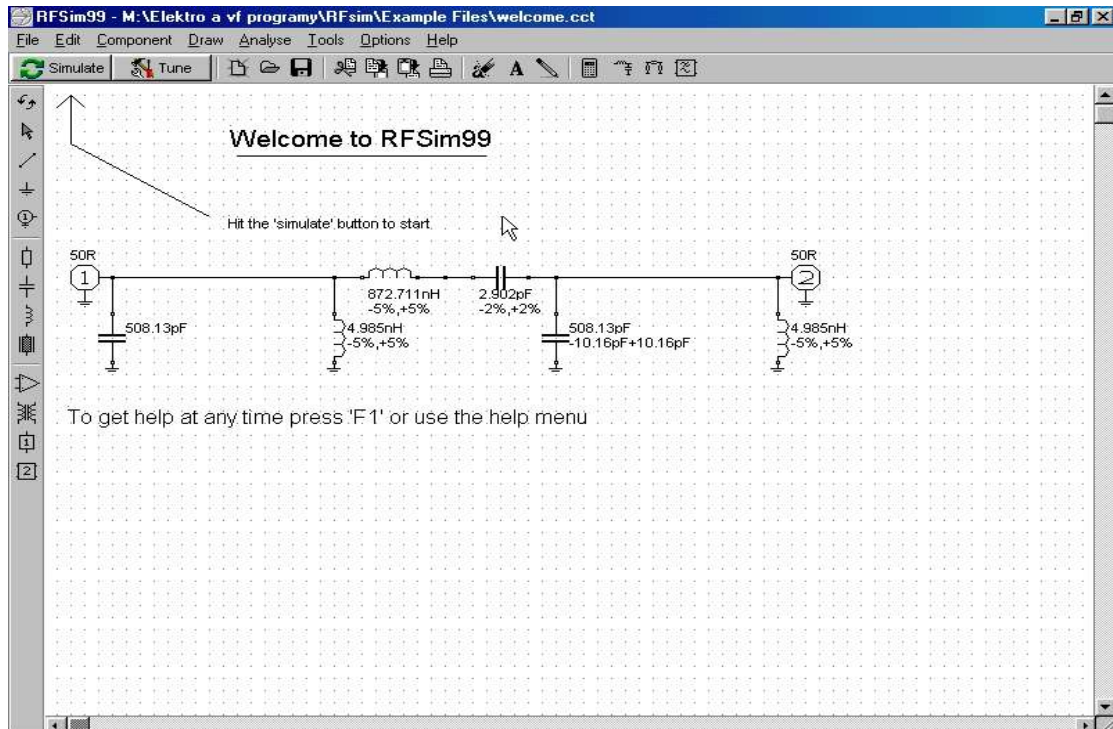
d) CalcEd – autor Wolfgang Buescher, DL4YHF – www.qsl.net/dl4yhf – program v podobě poznámkového bloku. Vyžaduje hlubší znalost řešené problematiky a složitější zadávání vstupních hodnot a vzorců. Umožňuje práci s komplexními čísly, sériová a paralelní zapojení obvodů. Občas se může hodit (studentům škol) získávání (dopočítávání) mezivýsledků.

e) RF SIM99 – autor Steward Hyde, www.hydesign.co.uk – nyní ve verzi 1.05. - dovolím si označit tento program jako precizní pro amatérské VF experimentování. Umožňuje zadávat do schéma pasivní součástky L,C,R, parametry vedení (impedance, délka, rychlostní koeficient), transformátor, operační zesilovač (impedance vstupu a výstupu, zesílení otevřené smyčky) a dále S-parametry dvojbranu a čtyřbranu. Pro většinu součástek je možno zvolit zadání jako absolutní vyjádření, procentuální chyba, chyba vyjádřená krajními mezemi součástky nebo také kombinací výše uvedeného.

V nabídce programu lze najít volby „Tools“, pod kterými se nachází zajímavé možnosti jako je provedení přizpůsobení navrženého obvodu („Design“ - > „Match“), výpočet atenuátorů a nebo propustí. Vše takto navrženo lze okamžitě vložit do okna se zapojením a dále simulovat.

Pod volbou „Tools“ se dále nachází výpočty pasivních součástek (L,C, transmisní linky, děliče výkonu a vazební členy). Poslední velice příjemnou částí této nabídky je kalkulátor sestávající z Thomsonova vzorce (+ výpočet reaktance), reflektometrické přepočty, přepočty úrovní signálů, přepočty teplota/šumový výkon/šířka pásma.

Program má dvě okna – do prvního se zadává schéma simulovaného zapojení. Ve druhém okně jsou pak zobrazovány výsledky simulace.



K zobrazení v okně výsledků se používá S-parametrů dvojbranu (nebo dvojpólu).

Význam S parametrů

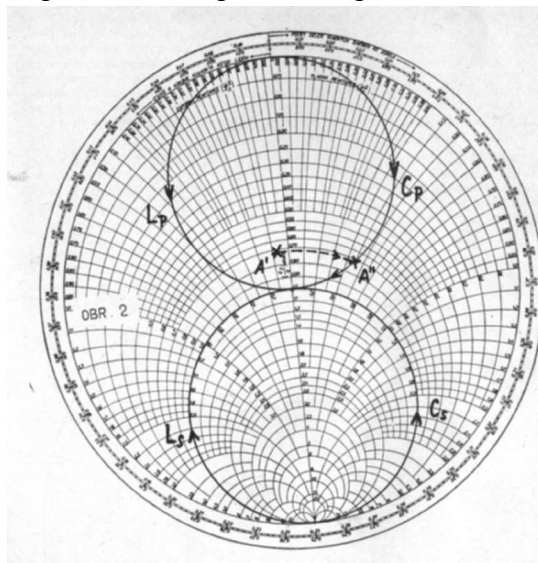
- S_{11} - koeficient odrazu (tj. přizpůsobení) na konektoru směrem k anténě
- S_{12} - přenos (se záporným znaménkem útlum) v nepropustném směru, tj. ve směru od vysílače k anténě
- S_{21} - přenos (se záporným znaménkem útlum) v propustném směru, tj. ve směru od antény k vysílači
- S_{22} - koeficient odrazu (tj. přizpůsobení) na konektoru směrem k vysílači

Nejrychlejší možností jak se s programem naučit zacházet, je s ním začít experimentovat. Vzhledem k rozsahu programu by byl podrobný popis nejrůznějších možností a variant simulace značně veliký. V příloze tohoto krátkého textu jsou soubory s hotovými schémata příkladu prezentovaného v přednášce:

Přizpůsob_01.cct – ukazuje základní zapojení zkoumané impedance, kterou se pokusíme přizpůsobit. Prohlédněte si nejen okno se Smithovým grafem, ale zkuste si také změnit výstupní graf na „Graf type“ -> „Square grid“. Pohybem posuvníku frekvence získáte hodnoty na jednotlivých kmitočtech. VSWR dostaneme zadáním parametru S11 (v dB) do „RF kalkulátoru „ (např. Frq 28,213 Mhz -> S11 -11,16 dB -> VSWR 1,765:1)

Přizpůsob_02.cct – výsledek, který získáte aplikováním funkce „Auto match“ na soubor Přizpůsob_01.cct. Můžete zvolit typ propusti (DP, HP), která se zařadí mezi vstupní konektor a přizpůsobovanou impedanci. Nezapomeňte zadat kmitočet, který požadujete nejvíce přizpůsobit. Výsledek si opět prohlédněte i v okně „Square grid“.

Přizpůsob_03.cct – praktičtější způsob přizpůsobení impedance (antény). Podrobně je popsáno v [1]. Nejprve si odpojte (odstraňte z obrazovky) kondenzátor 60 pF u konektoru 1. Pak si pomocí funkce „Tune“ pohrajte s délkou koaxiálu. Úpravou délky můžete změnit kmitočet, který požadujete nejlépe přizpůsobit (je to průsečík té červené křivky a jedné z vepsaných kružnic – viz původní článek [1]). Vzhledem k tomu, že o tom budu hovořit v přednášce přikládám jen tuto pomůcku okopírovanou právě v onom článku:



Pokud Vám vyhovuje délka koaxiálu (s ohledem na vzdálenost antény) a výše popsany bod leží na některé kružnici, provedte „dokompenzování“ vložení součástky podle této pomůcky – buďto paralelním kondenzátorem (tento ukázkový příklad), paralelní indukčností, nebo naopak sériovou volbou L nebo C.

V našem ukázkovém příkladě tedy „přiletujeme“ kondenzátor 60 pF paralelně ke konektoru. Hodnota kondenzátoru se určí opět funkcí „Tune“. Nejlepší přizpůsobení je samozřejmě v bodě středu Smithova grafu (tedy i dotyku obou vepsaných kružnic) – výsledek opět porovnejte i v okně „Square grid“ a přepočítejte kalkulátorem na hodnotu PSV (nebo útlum přenosu, koeficient odrazu co je Vám pochopitelnější).

Poznámka: Z příkladu je doufám jasné, že pokud budete trvat na mém zapojení s C paralelním, možné to je pro jakoukoli přizpůsobovanou impedanci. V praxi je však vhodné provést přizpůsobení ve vhodném místě koaxiálu (tj. s volbou nejvhodnější součástky, tam kde je možno spoj skrýt před deštěm, kde se dobře dostaneme s páječkou atd.) Další vedení k vysílači pak provádět již libovolnou délkou koaxiálu jmenovité impedance. Mimo oblast zvoleného kmitočtu přizpůsobení však počítejte s posunem impedance – vyzkoušejte si v následujícím příkladě

Přizpůsob_04.cct – další varianta již popsaného přizpůsobení. Počítá však s tím, že máme k dispozici 12 m koaxiálu 50 Ohmů, který nehodláme zkracovat a přizpůsobení provedeme již popsanou metodou pomocí kousku koaxu 75 Ohmů a kondenzátorem umístěným mezi spojené koaxiály. Postupujeme opět od změřené impedance, provedeme určení délky koaxu 75 Ohmů a pak posun po jedné z kružnic (zde opět paralelním kondenzátorem) do středu Smithova grafu. Teprve potom připojíme koax 12 m/50 Ohmů.

**73 a hodně úspěchů s modelováním
Milan OK2UMN**

ok2umn.milan@seznam.cz

Použitá literatura:

- 1) Raymond Ježdík, OK1VCW :Ladění antény KV pomocí napáječe, Radioamatérský zpravodaj 7-8/1978 str.13 až 21
- 2) J. Pinker, SPICE_příručka.pdf - Počítačová simulace analogových obvodů – získáno z internetu, není mi známa internetová adresa a proto tento soubor příkládám.