



Výstup EDUgrant

Spektrální analyzátor GWInstek GSP-81

Autor textu a fotografií: Ing. Evžen Žabčík, Rožnov pod Radhoštěm, listopad 2024

Spektrální analyzátor je poměrně složitý měřicí přístroj, který umožňuje analyzovat signály přiváděné na jeho vstup. Výsledkem analýzy je zobrazení **frekvenčního rozložení a amplitud** měřených signálů, které mohou pocházet např. z připojené antény nebo z jakéhokoliv jiného elektronického zařízení. Výsledky analýzy je možno pozorovat na obrazovce, která je nedílnou součástí analyzátoru. Naměřené hodnoty je možno uložit na USB disk pro archivaci, resp. tisk.

Zásadním rozdílem proti pozorování těchto signálů osciloskopem je to, že vodorovná osa spektrálního analyzátoru je osa frekvence, kdežto osciloskop má na vodorovné ose čas. Slouží tedy pro pozorování **časového průběhu** signálů.

Kromě výše popsaných základních měření má spektrální analyzátor bohaté možnosti dalších hlubších analýz signálu. Je tedy možno např. stanovit šířku pásma v přenosovém kanálu vysílače, která musí být velmi přesně dodržena s ohledem na rušení do kanálů sousedních (např. frekvenční rozestupy rozhlasových vysílačů v pásmu FM). Dále je možno stanovit výkon v rádiovém kanálu, včetně demodulace přenášené informace a změření parametrů modulace (např. frekvenční zdvih u FM).

Je-li spektrální analyzátor vybaven tzv. **tracking generátorem**, je možno měřit přenosové charakteristiky VF obvodů, jako jsou např. VF zesilovače nebo elektromechanické filtry.

Důležitou aplikací spektrálních analyzátorů je měření tzv. **elektromagnetické kompatibility** různých elektronických zařízení, kdy se zjišťuje úroveň jimi vyzařovaného rušení (např. spínané napájecí zdroje, frekvenční měniče apod.) do okolí.

Před měřením níže uvedených úloh je nutné žáky seznámit se základní obsluhou použitých měřicích přístrojů.



Úloha č. 1

Zadání: Pomocí spektrálního analyzátoru a osciloskopu zobrazte harmonický signál generovaný VF generátorem.

Cílem úlohy je vysvětlit žákům, že na jakýkoli signál je možno pohlížet ze dvou úhlů pohledu, tzn. v časové a frekvenční oblasti. Oba tyto pohledy jsou v teorii signálů stejně důležité. Bez aplikace tohoto přístupu by např. nešlo vyvinout kompresní algoritmy pro zvuk (např. MP3), resp. obraz (např. MPEG2), kde právě frekvenční analýza akustického, resp. obrazového signálu má zcela zásadní důležitost pro algoritmy následné ztrátové komprese, vedoucí ke snížení datového toku digitálního signálu.

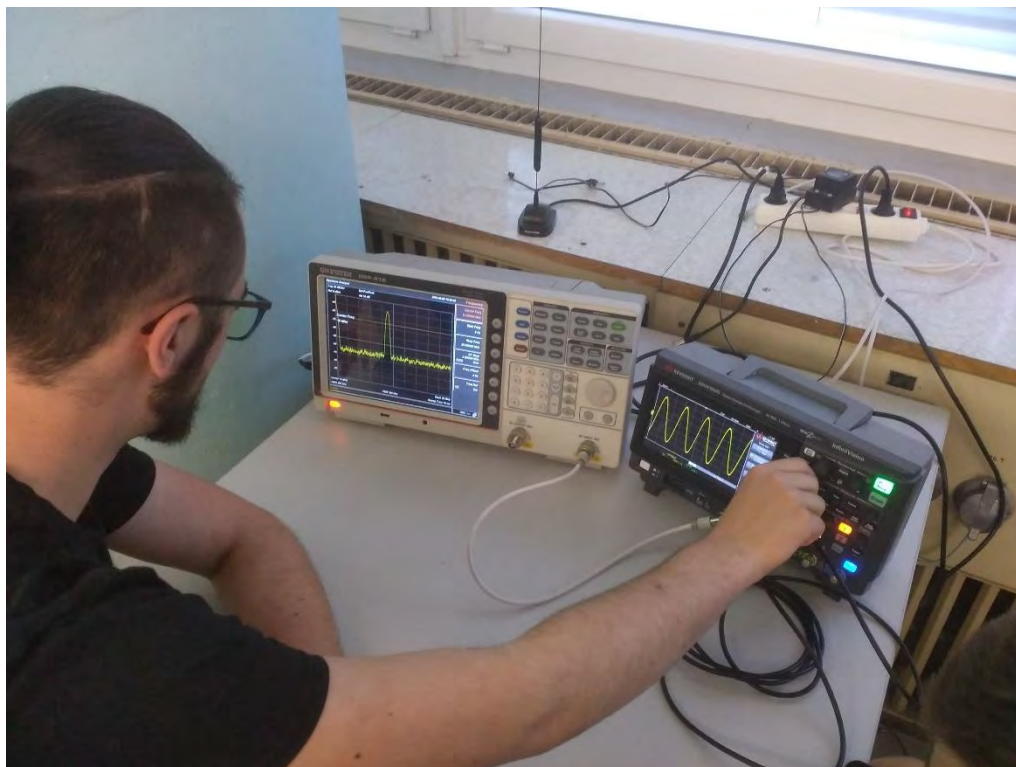
Postup: Na výstup VF generátoru, který je integrální součástí digitálního osciloskopu **Keysight EDUX1052G**, připojíme **BNC** konektor typu **T-kus** (rozbočka) a výstupy tohoto konektoru propojíme měřicími kabely se vstupem spektrálního analyzátoru a osciloskopu. Oba přístroje zapneme jejich hlavními vypínači.

Na VF generátoru nastavíme nemodulovaný harmonický průběh o frekvenci **10 MHz** a výstupní napětí **100 mV_{rms}** (efektivní hodnota). Tlačítkem **Autoscale** na osciloskopu zobrazíme pozorovaný sinusový signál z generátoru.

Na spektrálním analyzátoru nastavíme po stisku tlačítka **Frequency** číselnou klávesnicí centrální frekvenci **rovněž 10 MHz** (bude uprostřed vodorovné osy; nastavovaná hodnota se zobrazuje v levé části obrazovky; potvrzení nastavené hodnoty provádíme vždy **stiskem** příslušného tlačítka **F1 až F7**). Podobným způsobem nastavíme po stisku tlačítka **Span** (rozpětí, resp. interval) hodnotu **1 MHz**. Vodorovná osa frekvence nyní bude široká **1 MHz**, začínat bude na hodnotě **9,5 MHz** a končit na **10,5 MHz** (osa má 10 dílků). Opětovným stiskem tlačítka **Frequency** se o tomto nastavení můžeme přesvědčit vpravo na obrazovce analyzátoru, kde vidíme položku **Start Freq** a **Stop Freq** s příslušnými hodnotami. Tímto jsme nastavili rozsah, resp. měřítko vodorovné osy frekvence.

Dále musíme nastavit měřítko a jednotky svislé osy analyzátoru. Stiskneme tlačítko **Amplitude** a dále vybereme položku **Ref Unit**, kterou nastavíme na **dBmV** (tím jsme vybrali jednotky svislé osy). Dále vybereme položku **Ref Level** a nastavíme ji na **40 dBmV** (horní konec svislé osy bude právě na této, tzv. referenční hodnotě). Nyní na obrazovce analyzátoru vidíme spektrální diagram sinusového signálu o frekvenci 10 MHz a napětí 100 mV. Na připojeném osciloskopu vidíme tentýž signál v časové oblasti.

Změnou frekvence, resp. amplitudy na VF generátoru můžeme pozorovat pohyb zobrazení na obrazovce spektrálního analyzátoru a porovnávat tyto změny s obrazovkou osciloskopu. Změnou parametru **Span** můžeme pozorovat měnící se šířku spektrálního diagramu.



Žáci třídy IT3A v předmětu „Vysokofrekvenční technika“ měří harmonický signál 10 MHz z generátoru Keysight EDUX1052G pomocí spektrálního analyzátoru GWInstek GSP-818.

Úloha č. 2

Zadání: S využitím tracking generátoru změřte na spektrálním analyzátoru přenosovou charakteristiku keramického filtru 10,7 MHz a šířku jeho přenosového pásma.

*Cílem úlohy je seznámit žáky s měřením přenosových charakteristik **VF** (vysokofrekvenčních) **selektivních** (napěťový přenos je závislý na frekvenci vstupního signálu) **dvojbranů** (mají dvojici vstupních a výstupních svorek). Mezi ně patří např. úzkopásmové (kanálové) anténní zesilovače nebo **VF filtry**. Námi měřený **keramický filtr** je pasivní součástka, která je běžnou součástí mezifrekvenčních zesilovačů (viz blokové schéma superhetu) rádiových přijímačů FM (frekvenční modulace). U nich je celosvětově normalizován mezifrekvenční kmitočet **10,7 MHz**. Aplikace tohoto filtru zajišťuje rádiovému přijímači potřebnou selektivitu, tzn. schopnost vybrat pouze požadovanou frekvenci s potřebnou šířkou pásma.*

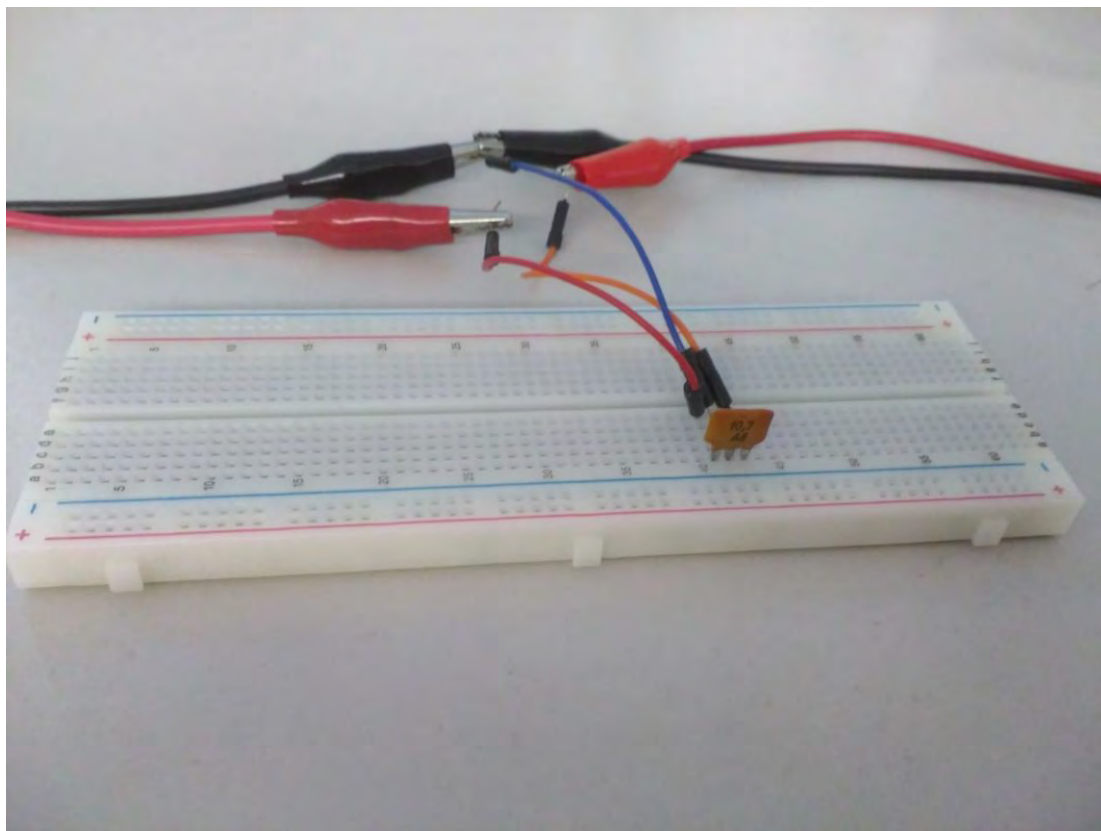
*Keramické filtry ke své činnosti využívají **piezoelektrický jev** (viz základy elektrotechniky), při kterém dvojice vstupních elektrod vybudí v piezokeramice filtru mechanické vlnění. To je poté zachyceno dvojicí výstupních elektrod a znovu převedeno na elektrický signál. Protože piezokeramika použitá ve filtru má určité geometrické rozměry, vykazuje vlastní mechanickou rezonanci, při které je amplituda jejích kmitů maximální. Tomu poté odpovídá i maximální*



Střední škola informatiky, elektrotechniky a řemesel Rožnov pod Radhoštěm

napětí na výstupu filtru. Vstupní frekvence, které leží mimo rezonanční kmitočet piezokeramiky, vybudí na výstupních elektrodách nižší napětí, čímž se filtr začne chovat jako pásmová propust.

Postup: Hlavním vypínačem zapneme spektrální analyzátor. Keramický filtr zasuneme do kontaktů nepájivého pole a opatříme jej třemi vodiči pro vstup, výstup a společnou zem (GND). Výstup tracking generátoru (**TG OUTPUT**) propojíme měřicím kabelem se vstupem filtru, výstup filtru propojíme dalším měřicím kabelem se vstupem spektrálního analyzátoru (**RF INPUT**). Propojení ukazuje následující fotografie.



Umístění keramického filtru 10,7 MHz na kontaktním poli. Prostřední vývod je zem (GND). Krajní vývody jsou vstup a výstup (jsou záměnné).

Tlačítkem **On/Off** nad výstupním konektorem **TG OUTPUT** zapneme tracking generátor. Stiskneme tlačítko **Amplitude** a vybereme položku **Ref Unit**. V následujícím menu vybereme **dBmV**, čímž zvolíme **jednotky svislé osy**. Stiskneme tlačítko **Frequency** a číselnou klávesnicí zadáme frekvenci **10,7 MHz**, tlačítkem **Span** a číselnou klávesnicí nastavíme rozsah vodorovné osy na **1 MHz**. Na obrazovce vidíme přenosovou charakteristiku měřeného keramického filtru.

V tomto měřicím režimu TG plynule přeladuje svou výstupní frekvenci v mezích, které jsme si nastavili v předchozím kroku a spektrální analyzátor je mu podřízen a je s ním plně synchronizován.



Střední škola informatiky, elektrotechniky a řemesel Rožnov pod Radhoštěm

Stiskneme tlačítko **Frequency** a v pravé části obrazovky vidíme podrobné nastavení vodorovné osy frekvence. V našem případě tato osazačíná na frekvenci **10,2 MHz** a končí na **11,2 MHz**, tzn. její délka odpovídá nastavenému parametru **Span 1 MHz**. Centrální frekvence odpovídá nastavené hodnotě **10,7 MHz**.

Parametr **CF Step** je v automatickém režimu nastaven vždy na **1/10 hodnoty Span** (stupnice má 10 dílků), takže v našem případě ukazuje **100 kHz**. Tato hodnota představuje **kmitočtový krok**, po kterém můžeme posunovat zobrazenou charakteristiku na vodorovné ose pomocí **kurzorových šipek** v pravé části předního panelu. Posun můžeme realizovat také **otočným ovladačem** na panelu přístroje, přičemž jeden jeho krok posune centrální frekvenci o **1/20** nastavené hodnoty parametru **CF Step**.

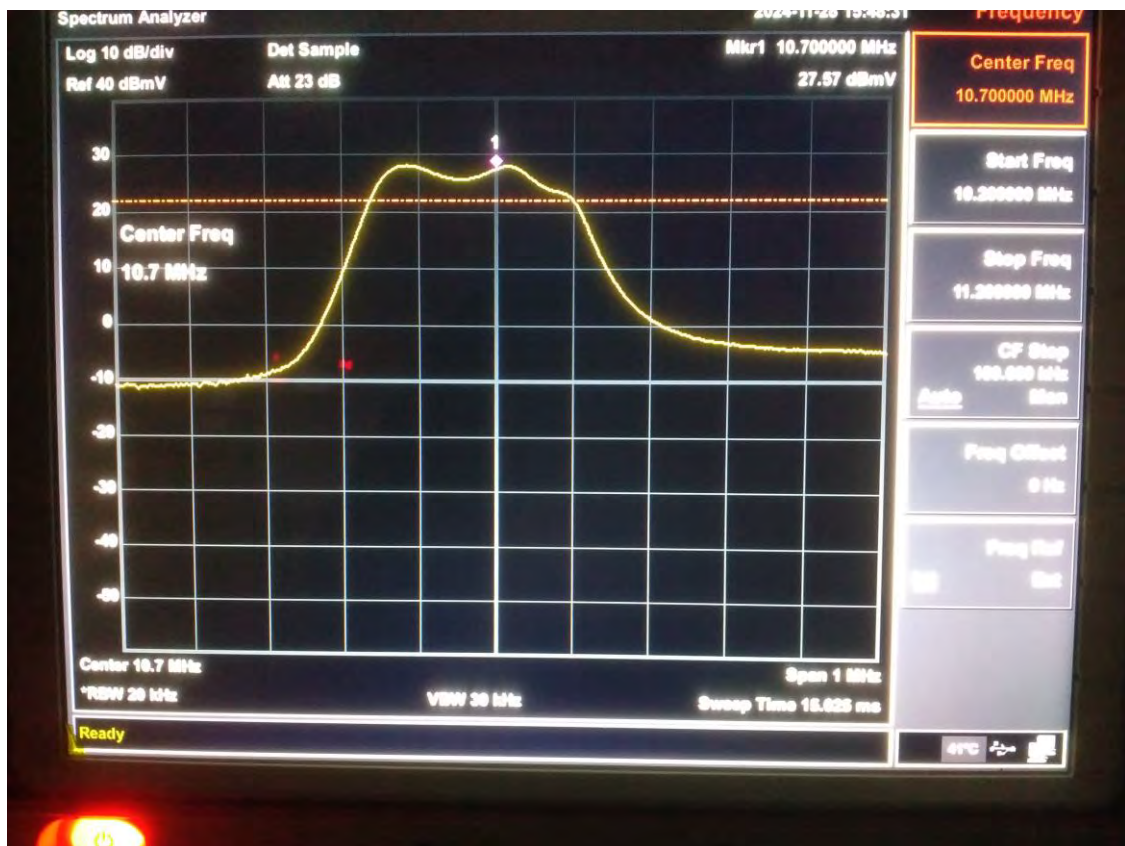


Žáci třídy ME4 měří v laboratořích elektrotechnických měření přenosovou charakteristiku keramického filtru 10,7 MHz pomocí spektrálního analyzátoru GWInstek GSP-818.



Střední škola informatiky, elektrotechniky a řemesel Rožnov pod Radhoštěm

Pokud potřebujeme krok zjemnit, nastavíme **CF Step** tlačítkem **F4** do režimu **Man** (manuální režim) a požadovaný krok nastavíme klávesnicí např. na **50 KHz** a tlačítkem **F1** se vrátíme k zobrazení centrální frekvence. Pomocí kurzorových šipek se můžeme přesvědčit, že charakteristika, resp. centrální frekvence, se posunují po **50 kHz**, točení kolečkem posunuje zobrazení po **2,5 kHz** (1/20 z 50 kHz).



Fotografie přenosové charakteristiky keramického filtru zobrazená na spektrálním analyzátoru



Střední škola informatiky, elektrotechniky a řemesel Rožnov pod Radhoštěm

Stiskneme tlačítko **Amplitude** a po stisku tlačítka **F3** upravíme parametr **Scale/Div** na hodnotu **3 dB**, čímž změním měřítko svislé osy. Vrátime se tlačítkem **Frequency** do původního nastavení a kolečkem posunujeme zobrazenou charakteristiku vlevo a vpravo do míst, kde se napětí snižuje o **3 dB** (viz níže uvedená fotografie). **Rozdíl frekvencí**, mezi nimiž nastává tento pokles, je přibližná **šířka propustného pásma filtru**. V našem případě je asi 210 kHz.

