

Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci
Katedra experimentální fyziky

Měření frekvenčních charakteristik lineárních pohybových zařízení

Vypracoval: **Vladislav Janák**

Studijní obor: Bakalářské studium **Přístrojová fyzika**

Vedoucí práce: RNDr. Jiří Pechoušek, Ph.D.

Datum odevzdání: 14.4.2010

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Měření frekvenčních charakteristik lineárních pohybových zařízení vypracoval samostatně. Použitou literaturu a informační zdroje uvádím v příloženém seznamu literatury.

Anotace

Cílem bakalářské práce je vytvoření programu pro simulaci a reálné měření frekvenčních přenosových charakteristik pohybových zařízení používaných v Mössbauerově spektroskopu a naměření několika ukázkových průběhů.

Program je vytvořen v prostředí LabVIEW a využívá přístrojové ovladače pro komunikaci s měřicí kartou, která slouží ke generování zadávacího signálu a také k měření odezvy z měřeného systému.

Na tomto místě bych rád vyjádřil poděkování svému vedoucímu bakalářské práce RNDr. Jiřímu Pechouškovi, Ph.D, za předmětné připomínky při psaní mé bakalářské práce.

Obsah

1. Úvod	1
2. Základní pojmy	2
3. Základní principy měření	4
3.1. Bod po bodu	4
3.2. Analogový wobler	4
3.3. Digitální wobler	6
4. Pohybová zařízení	7
5. Realizace měřícího zařízení	10
5.1. Labview	10
5.2. DAQ NI USB 6221	12
5.3. Program pro softwarovou simulaci	15
5.4. Program pro reálná měření	17
5.5. Měření modelových obvodů (horní/dolní propust, Wienův člen)	20
5.6. Měření reálných pohybových zařízení	25
6. Zvuková karta jako levný A/D a D/A převodník	32
7. Závěr	34
8. Použitá literatura	35

1. Úvod

Frekvenční přenosová charakteristika je důležitým parametrem každého dvojbranu, ať již jde o zesilovač, útlumový článek, nebo pohybové či jiné elektromechanické zařízení. Vyjadřuje kmitočtovou závislost výstupního napětí na konstantní úrovni vstupního napětí. Týká se to celého přenášeného pásma kmitočtů a platí to jak pro nízkofrekvenční tak i pro vysokofrekvenční obvody.

Frekvenční přenosové charakteristiky lze měřit metodou bod po bodu, což je však náročné na čas obsluhy, která musí ručně nastavovat frekvence na generátoru funkcí, jehož výstup je připojen do vstupu měřeného obvodu a odečítat jednotlivé hodnoty napětí naměřené na výstupu měřeného obvodu. Z důvodu časové náročnosti této metody vzniklo zařízení zvané Wobler, nebo také polyskop či rozmítač. Wobler může být řešen analogově nebo digitálně.

Princip obou typů wobleru je ten, že nastavování frekvence bod po bodu a odečítání jednotlivých hodnot výstupního napětí provádí automatika (číslicový měřicí systém). V případě analogového wobleru je to generátor pilového signálu, který rozmítá napětím řízený oscilátor společně s osou x na osciloskopu. V případě digitálního wobleru je to počítač, který nastavuje na generátoru funkcí jednotlivé frekvence a ukládá hodnoty napětí naměřené na výstupu měřeného obvodu. Typ počítače a komunikačního rozhraní není pevně dán. Může to být PC se sběrnici USB, může to být „průmyslové“ PC se sběrnici GPIB, ale stejně tak to může být nějaký malý jednočipový mikropočítač (PIC, ATMEL) s A/D a D/A převodníkem a dalšími komponenty.

V této práci se budu zabývat sestavením digitálního wobleru pomocí měřicí karty NI USB 6221, u které použiji analogový vstup a výstup. Ovládací program vytvořím v prostředí LabVIEW.

2. Základní pojmy

Frekvenční přenosová charakteristika

Frekvenční přenosová charakteristika vyjadřuje kmitočtovou závislost výstupního napětí libovolného dvojbranu na konstantní úrovni vstupního napětí. Týká se to celého přenášeného pásma kmitočtů a platí to jak pro nízkofrekvenční tak i pro vysokofrekvenční obvody. Hranice přenášeného pásma je obvykle ohraničena poklesem o 3dB.

Podle vlastností proměřovaného systému jsou některé frekvence systémem utlumovány, některé naopak mohou být zesilovány. Do grafického vyjádření se tedy vynáší závislost zesílení (dB) na procházejícím signálu s danou frekvencí.

Napět'ový přenos

Je to poměr velikosti výstupního a vstupního napětí, výsledek je bezrozměrný

$A_U = \frac{U_{OUT}}{U_{IN}}$, kde U_{OUT} je napětí na výstupu měřeného obvodu a U_{IN} je napětí na vstupu.

Napět'ový zisk

Je to napět'ový přenos (A_U) vyjádřený v decibelech (dB)

$a_U = 20 \log A_U = 20 \log \frac{U_{OUT}}{U_{IN}}$, kde U_{OUT} je napětí na výstupu měřeného obvodu a U_{IN} je napětí na vstupu.

Ve starší literatuře se místo přenosu používá **útlum** (b[dB]), což je převrácená funkce napět'ového přenosu

$B = \frac{U_{IN}}{U_{OUT}}$, a potom

$b_{dB} = 20 \log B = 20 \log \frac{U_{IN}}{U_{OUT}}$.

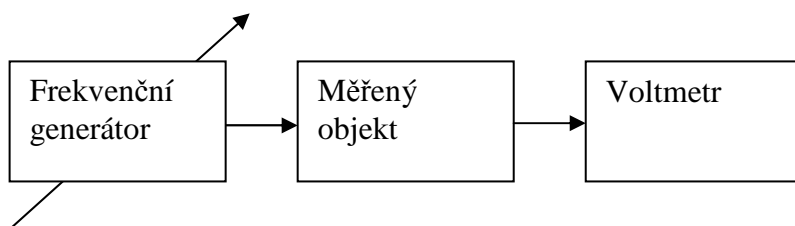
Dvojbran je obvod nebo soustava obvodů, která je s vnějšími obvody spojena dvěma páry svorek, a přitom je zaručeno, že každý z těchto párů tvoří jednu bránu. Nejčastější triviální zapojení je, že na vstupní bránu je připojen zdroj signálu a na výstupní bránu je připojena zátěž. Typickým představitelem dvojbranu může být zesilovač, dělič napětí, frekvenční filtry (horní nebo dolní propust, pásmová propust, pásmová zadrž), ale stejně tak dvojbranem může

být lineární pohybové zařízení (řídící cívka=vstup, měřicí cívka=výstup), nebo jakékoliv jiné elektromechanické zařízení s jedním vstupem a jedním výstupem, viz následující kapitola. [1]

3. Základní principy měření

3.1. Metoda bod po bodu

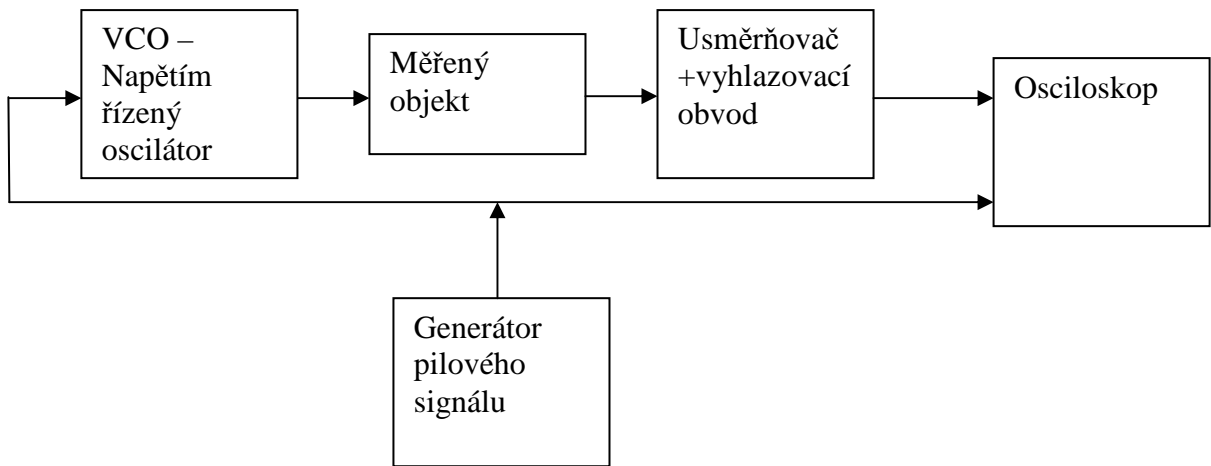
Je to nejstarší a na přístrojové vybavení nejjednodušší metoda. Na druhou stranu je však náročná na čas a obsluhu. Spočívá v opakovaném nastavování jednotlivých frekvencí na generátoru a odečítání výstupního napětí pro tyto frekvence pomocí voltmetru. Princip metody je znázorněn na obrázku 1.



Obrázek 1. Princip měření – metoda bod po bodu [1].

3.2. Analogový wobler

Analogový wobler (nebo také polyskop či rozmítač) je zařízení, umožňující automatizované měření frekvenčních přenosových charakteristik. Sestává z generátoru pilového signálu, kterým je rozmítán napětím řízený oscilátor (VCO, Voltage Controlled Oscillator). Proměnná frekvence z jeho výstupu je zavedena do vstupu měřeného objektu. Výstup z měřeného objektu je usměrněn, vyhlazen a na osciloskopu pozorujeme křivku odpovídající frekvenční přenosové charakteristice měřeného objektu. Generátor pilového signálu obvykle nebývá samostatné zařízení jak je znázorněno v blokovém diagramu na obrázku 2, ale s výhodou se používají osciloskopy se speciálním výstupem umožňujícím externě vyvézt signál časové základny. Rozmítací frekvence generátoru pilového signálu se obvykle volí mezi 50 až 100 Hz.

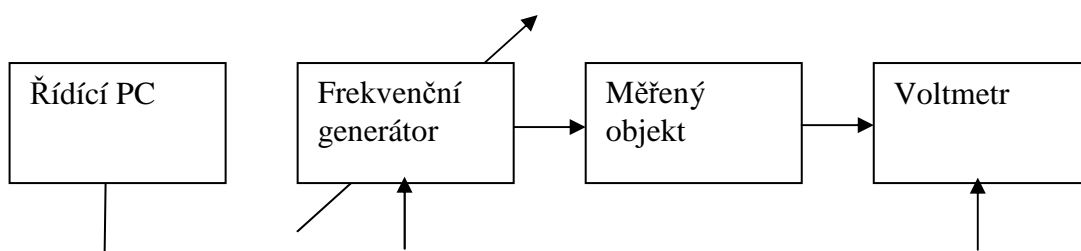


Obrázek 2. Princip měření – analogový wobler [1].

3.3. Digitální wobler

Digitální wobler se (princiálně) skládá z frekvenčního generátoru a voltmetru, mezi které je umístěn měřený objekt a které jsou propojeny s PC určitým přístrojovým (komunikačním) rozhraním. Na frekvenčním generátoru jsou pomocí měřicí aplikace v PC postupně nastavovány jednotlivé frekvence. Výstupní napětí je měřeno pomocí voltmetru a výsledné hodnoty jsou odesílány do PC.

Prakticky pak může být digitální wobler řešen mnoha způsoby. Lze například použít frekvenční generátor a voltmetr jako samostatná zařízení se sběrnici GPIB a pomocí PC tyto přístroje pouze nastavovat a odečítat naměřené hodnoty. Ale stejně tak lze namísto frekvenčního generátoru použít D/A převodník a namísto voltmetru A/D převodník a napěťové průběhy generovat a měřit softwarově, pak jsou však kladeny vyšší nároky na výkon použitého PC a na přenosovou rychlost použitého rozhraní.



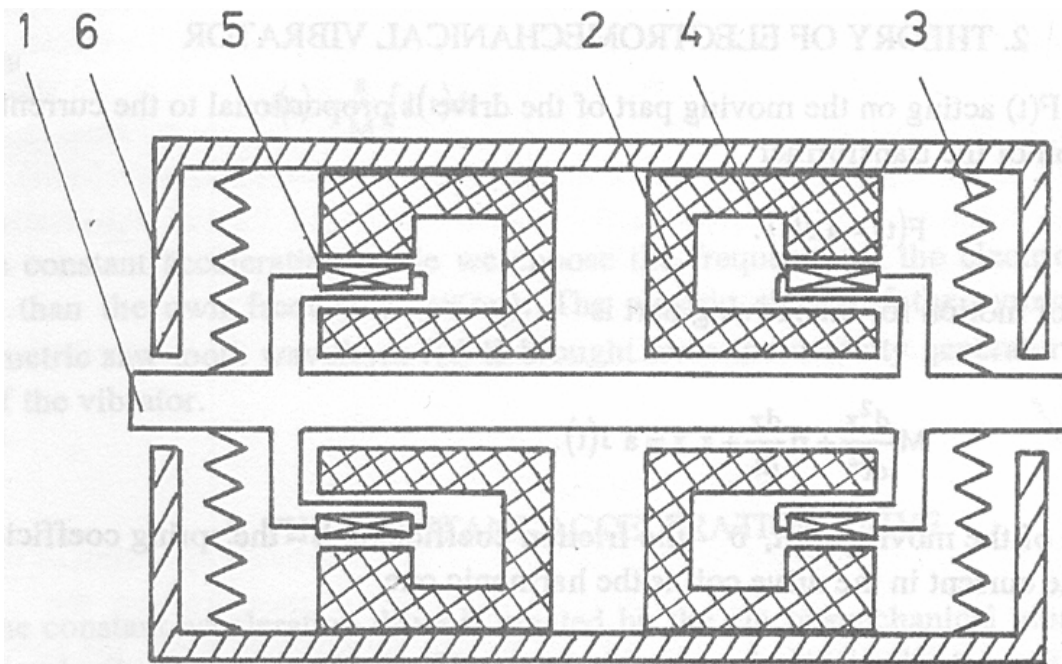
Obrázek 3. Princip měření – Princip digitálního měření [1].

4. Pohybová zařízení

Pohybové zařízení je nejdůležitější částí Mössbauerova spektrometru [2]. Použitý princip konstrukce pohybového zařízení je v první řadě určován požadovaným rozsahem rychlosti, závisí však také na celé řadě jiných požadavků (např. hmotnost pohybujícího se předmětu – zářič/vzorek).

Pro konstrukci pohybového zařízení se využívají různé principy: mechanický, hydraulický, elektrodynamický, piezoelektrický. V případech, kdy jsou požadované rychlosti pohybu malé lze použít mechanická a hydraulická pohybová zařízení. Jejich aplikace je výhodná především v případech, kdy je nutné pohybovat zařízením o velké hmotnosti (kryostaty, pece). Nevýhodou mechanických pohybových zařízení je existence parazitních vibrací, které rostou s růstem rychlosti a tudíž omezují shora interval dosažitelných rychlostí. Velmi malé rychlosti (do 0,1 mm/s) se dosahují pomocí piezoelektrických krystalů.

Největšího rozšíření dosáhly tzv. elektrodynamické vibrátory, které dovolují pracovat v širokém intervalu rychlostí od asi 1 mm/s do 100 cm/s. Jejich konstrukce je následující: Ve válcové mezeře magnetu je umístěna válcová cívka. Cívka je upevněna na pružných membránách tak, aby mohla konat kmitavý pohyb podél své osy. Do cívky je přiveden proud potřebného průběhu, který budí nucené kmity systému. V praxi se používají elektrodynamické vibrátory, které jsou tvořeny dvojicí pevně spojených výše popsaných systémů. Jedna cívka v tomto případě slouží jako budicí a druhá jako snímací. Schématické znázornění takového pohybového zařízení je uvedeno na obrázku 4, kde 1 je pohyblivá osa, 2 je magnet, 3 pružné uchycení, 4 měřicí cívka, 5 zadávací cívka a 6 je plášť pohybového zařízení [3,4].

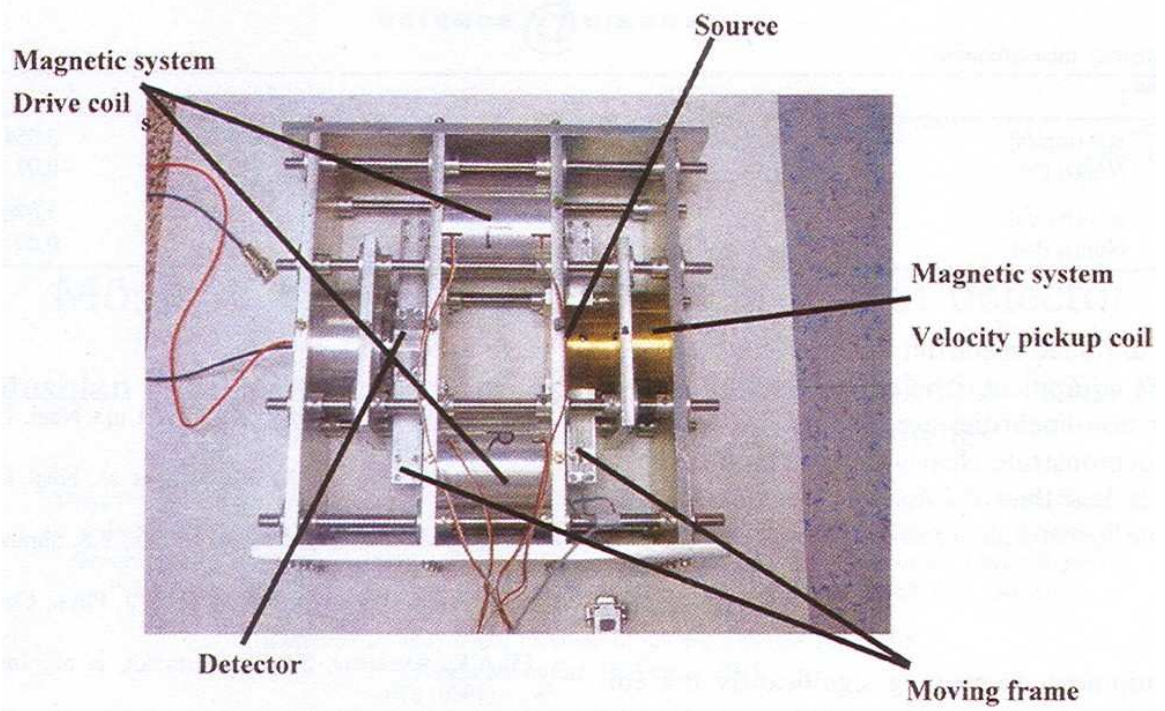


The principal scheme of the electromechanical vibrator (1-drive rod, 2-magnet, 3-spring, 4-velocity pickup coil, 5-drive coil, 6-case)

Obrázek 4. Principiální schéma pohybového zařízení [3,4].

Při pohybu snímací cívky v magnetickém poli se v ní indukuje proud, jehož okamžitá hodnota je úměrná okamžité rychlosti jejího pohybu. Tento signál se využívá ke kontrole průběhu rychlosti, k řízení registračního zařízení spektrometru a především ke stabilizaci pohybu vibrátoru prostřednictvím záporné zpětné vazby. Elektrodynamické vibrátory pracují na zvukových frekvencích, což dovoluje dosáhnout při maximální rychlosti amplitudu kmitů 1-2 mm. Toto je výhodné, neboť to umožňuje umístit zářič do malé vzdálenosti od absorberu. [2] Na následujícím obrázku 5 je uvedeno speciální pohybové zařízení se čtyřmi zadávajícími cívkami a jednou měřicí [5,6].

Co se týče měření frekvenčních přenosových charakteristik, pohybové zařízení zapojujeme jako normální dvojbran. Na řídicí cívku přivádíme napětí z frekvenčního generátoru (či výstupu D/A převodníku) a na měřicí cívice měříme napětí.



Obrázek 5. Pohybové zařízení [5,6].

5. Realizace měřicího zařízení

System pro měření frekvenčních charakteristik je realizován pomocí karty NI USB 6221, jejíž analogový výstup se připojí na řídicí cívku (vstup měřeného obvodu) a pomocí analogového vstupu se bude měřit napětí na měřicí cívce (výstupu měřeného obvodu). Obslužný program, který je vytvořen v prostředí LabVIEW, v sobě obsahuje přístrojové ovladače karty jejichž voláním lze kartu ovládat – generovat signály a odečítat naměřené hodnoty.

5.1. LabVIEW

LabVIEW je moderní grafické programovací vývojové prostředí, k vytváření programu ve formě tzv. virtuálních měřicích přístrojů.

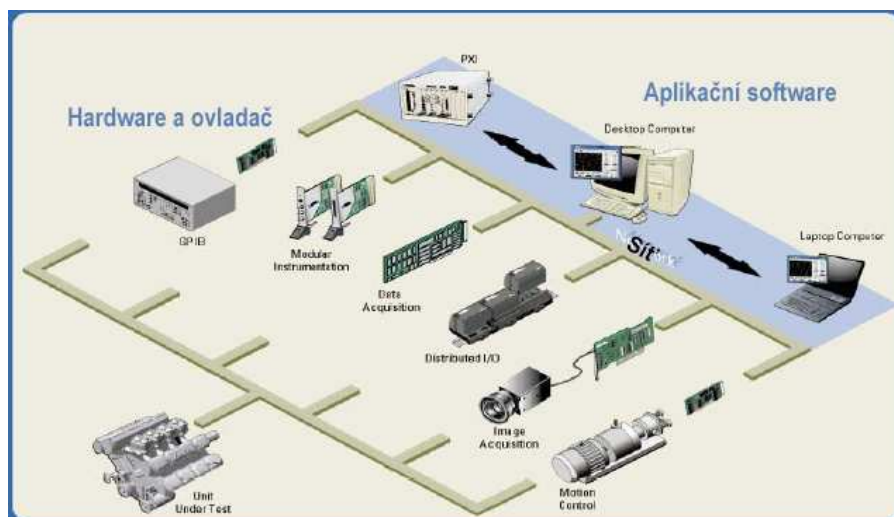
Virtuální měřicí přístroj se skládá z čelního panelu a blokového diagramu. Čelní panel obsahuje tlačítka, grafy a další indikační a řídicí prvky. Blokový diagram představuje kód programu ve formě vývojového diagramu [7-10].

LabVIEW obsahuje mnoho knihoven pro analýzu měřených dat. Umí komunikovat přes sériové a paralelní porty a s celou řadou měřicích karet včetně různých měřicích přístrojů s rozhraním GPIB. Stejně tak je možné použití zvukové karty jako levného A/D a D/A převodníku. Obsahuje cca 600 ovladačů (a další přibývají či lze je sehnat i na Internetu). Lze komunikovat i přes TCP/IP, infraport, nebo Bluetooth.

Obsahuje propracované uživatelské rozhraní, kde s využitím připravených prvků (tlačítek, snímačů atd.) lze připravit velice vkusné měřicí pracoviště ovládané počítačem. Obsahuje také množství utilit pro odladování vytvářených programů.

Princip virtuální instrumentace spočívá v kombinaci základního hardwarového vybavení obstarávajícího vstupy a výstupy (např. A/D převodník), všeobecně použitelného osobního počítače a softwarové nástavby v podobě uživatelské aplikace s určitými funkcemi. Cílem virtuální instrumentace je co nejdokonalejší aplikace s vlastnostmi podle přání uživatele, kdy není omezen pouze funkcemi implementovanými od výrobce, ale počítá se s možností dalšího rozšiřování nebo modifikace jak softwaru, tak i hardwaru. Přístroje jsou v podstatě vyvíjeny na softwarové platformě.

Princip virtuální instrumentace je znázorněn na obrázku 6. Je zde názorně vidět modulárnost celého systému.



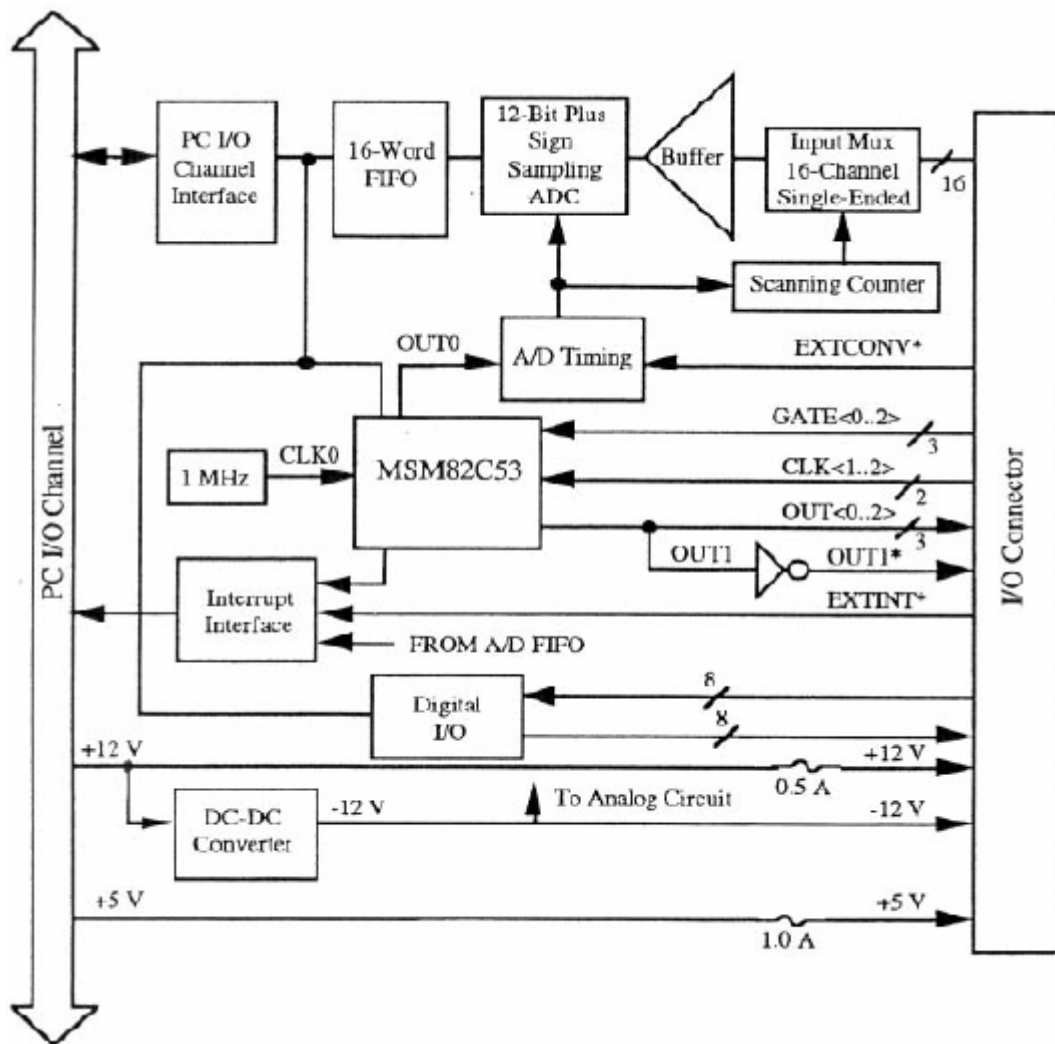
Obrázek 6. Princip virtuální instrumentace [7].

5.2. DAQ NI USB 6221

NI USB 6221 je univerzální (multifunkční) měřicí karta od společnosti National Instruments pro sběrnici USB, viz obrázek 7. Na obrázku 8 je blokové schéma karty [11].



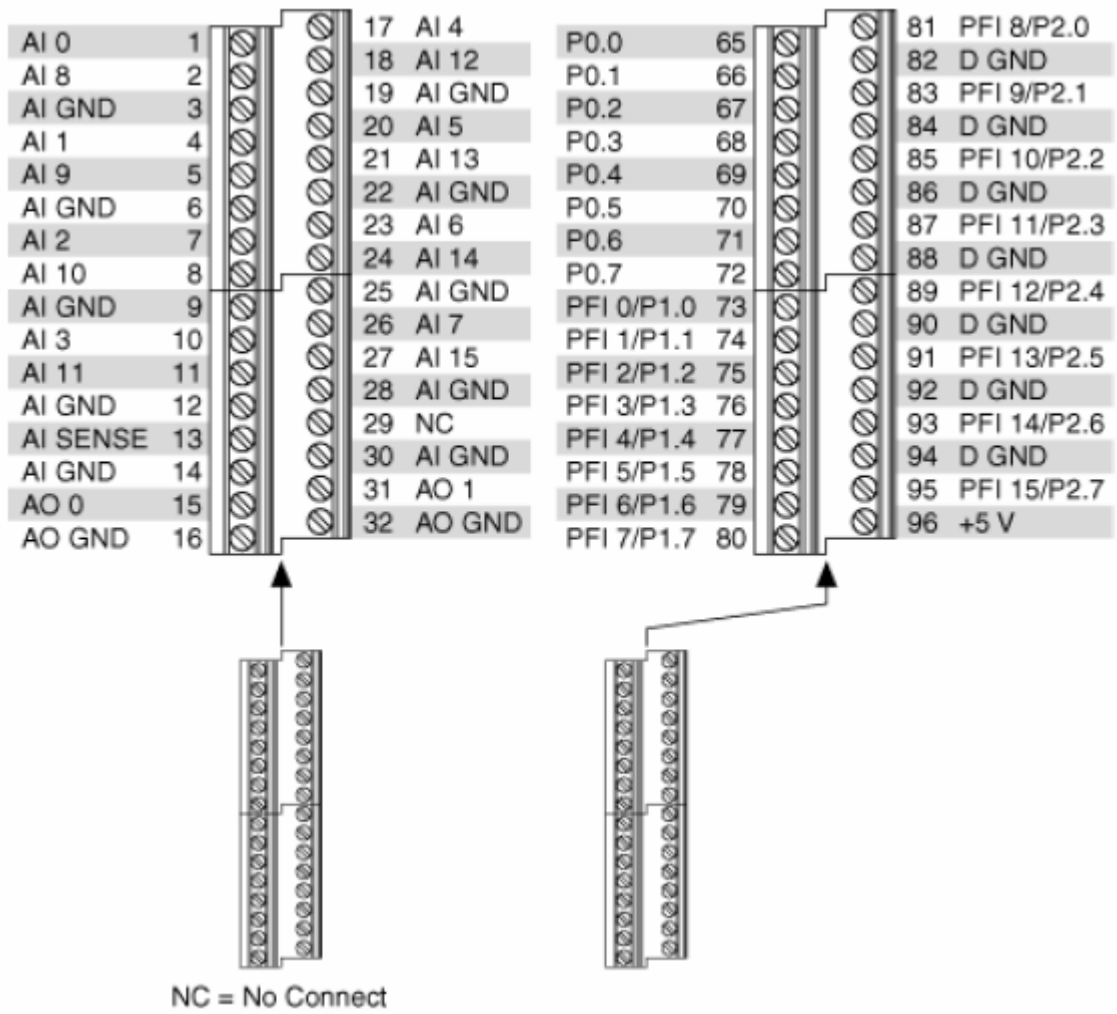
Obrázek 7. Foto karty NI USB 6221.



Obrázek 8. Blokové schéma karty.

Karta obsahuje 16 analogových vstupů proti společné zemi (lze je také nastavit jako 8 diferenciálních vstupů), 2 analogové výstupy a 3 osmibitové digitální vstupně/výstupní porty. (celkem 24 linek) Karta je schopna navzorkovat až 250 tisíc vzorků za sekundu s kvantovacími hladinami 16 bitů.

Karta obsahuje konektorový blok pro zapojení vstupních a výstupních signálů, viz obrázek 9.



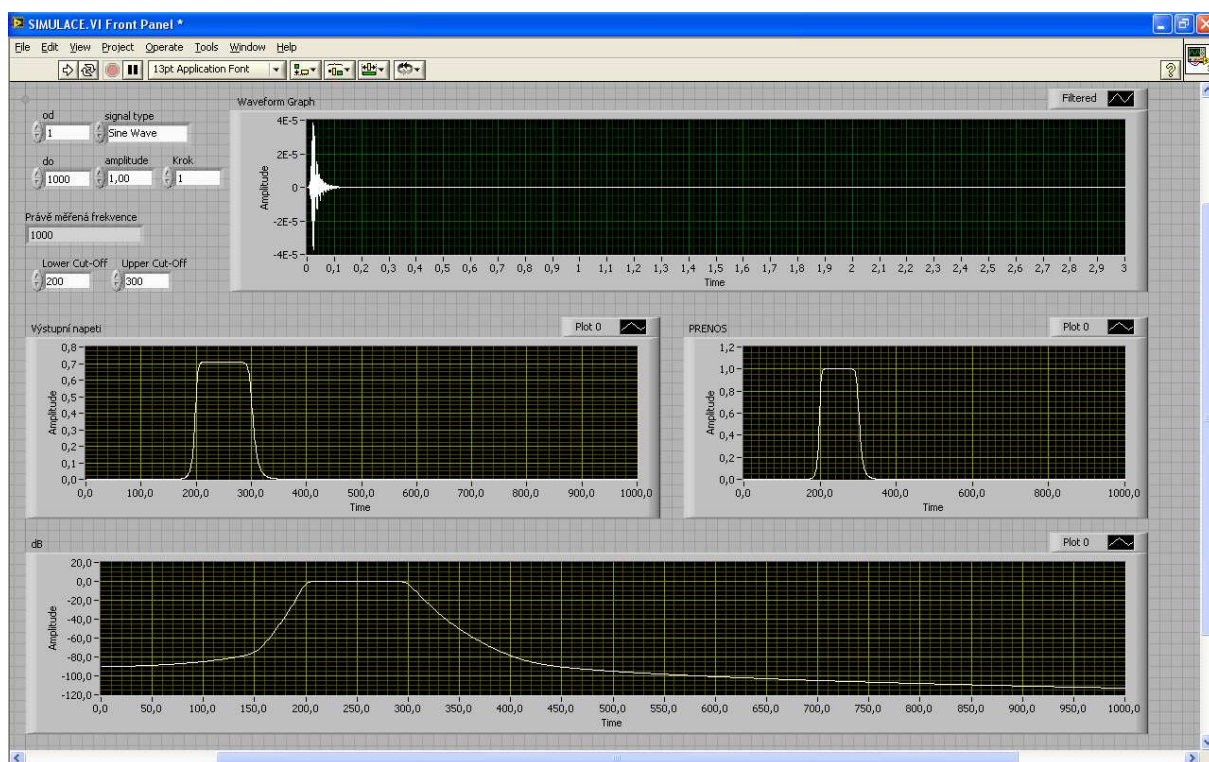
Obrázek 9. Zapojení vstupů a výstupů karty NI USB 6221 [11].

5.3. Program pro softwarovou simulaci

Před vlastním vytvořením programu pro reálná měření byl vyvinut program pro simulaci měření frekvenčních charakteristik.

Používání aplikace: Mezi vstupními hodnotami lze nastavit frekvenci od které chceme měřit, frekvenci po kterou chceme měřit a krok. Dále lze nastavit velikost amplitudy, tvar signálu a spodní a horní mezní frekvenci modelového filtru. Pro generování signálu je použita funkce Basic function generator. Jako modelový filtr je použita expresní funkce Filter, jejíž nastavení spodní a horní mezní frekvence je vyvedeno na čelní panel. Z napěťového průběhu na výstupu filtru jsou pomocí funkce Amplitude and level Measurement vypočítány efektivní hodnoty napětí, které jsou shromažďovány pomocí funkce Colector, což je v podstatě paměť FIFO, neboli posuvný registr. Výstup z tohoto posuvného registru je dále zpracován a zobrazen v grafech – Výstupní napětí, napěťový přenos a napěťový přenos v dB.

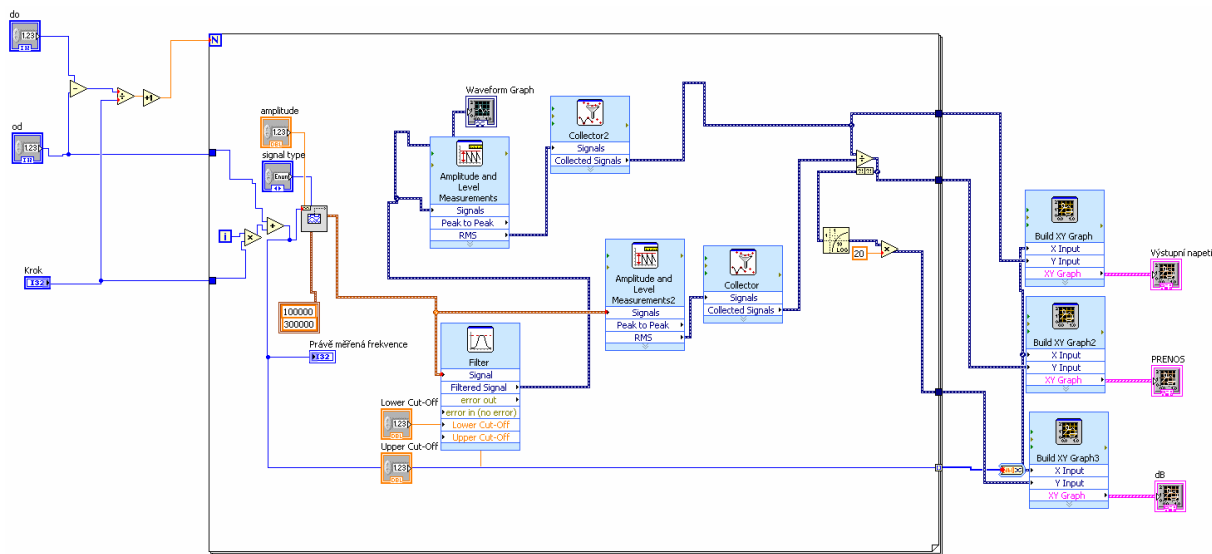
Na obrázku 10 je znázorněn čelní panel aplikace pro simulaci a výsledky v grafech a na obrázku 11 je blokový diagram (kód programu).



Obrázek 10. Ukázka čelního panelu programu pro softwarovou simulaci.

Vlevo nahoře lze nastavit od jaké frekvence po jakou frekvenci chceme měřit, tvar signálu (sinus, obdélník, trojúhelník), velikost amplitudy, krok a horní a dolní mezní frekvenci filtru. Zároveň se zde zobrazuje aktuálně měřená frekvence.

V grafu nahoře je vidět napětí na výstupu modelového filtru pro aktuálně měřenou frekvenci, v ostatních grafech je znázorněna frekvenční přenosová charakteristika – vlevo v podobě výstupního napětí, vpravo v podobě napět'ového přenosu (bezrozměrné) a dole v dB.



Obrázek 11. Blokový diagram programu pro softwarovou simulaci.

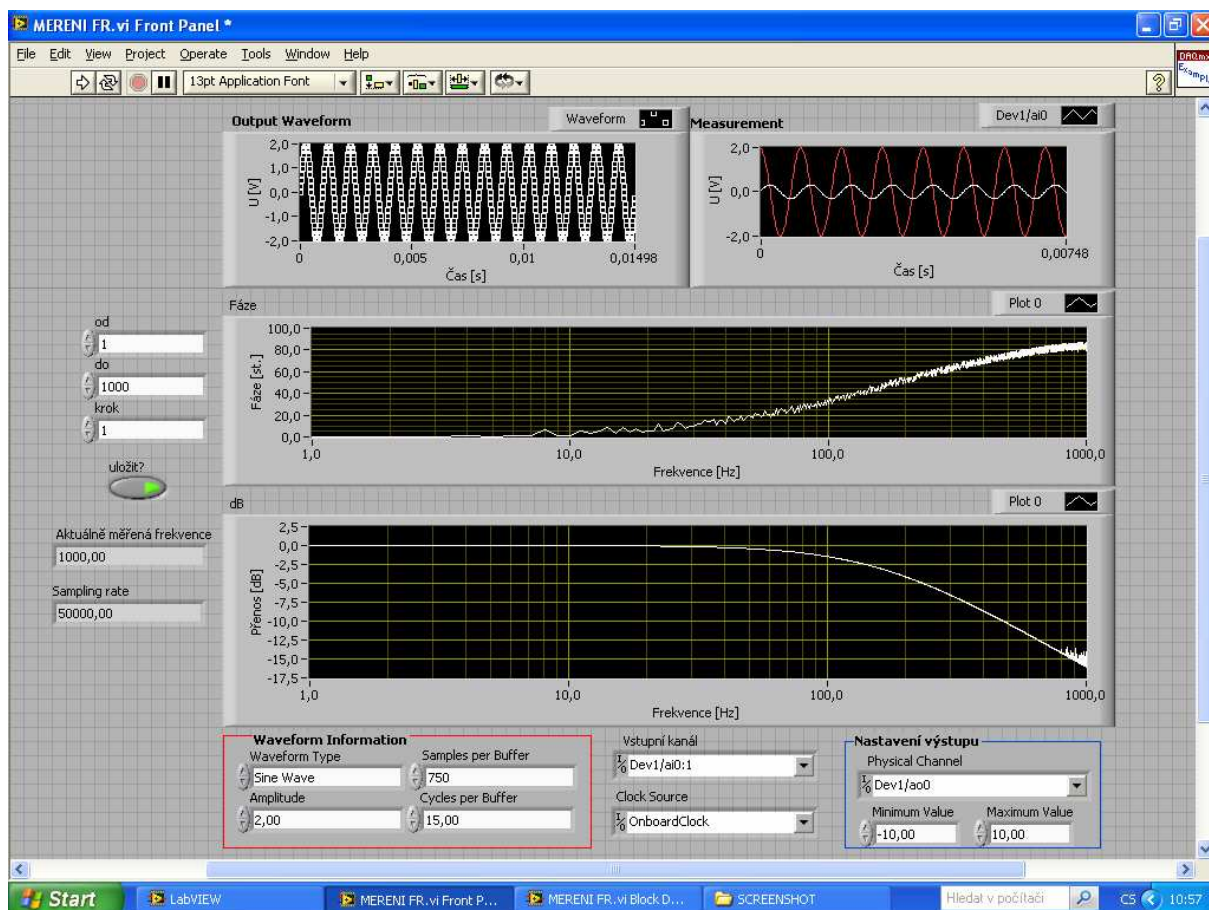
Program je tvořen převážně tzv. expresními funkcemi LabVIEW, které slouží k rychlému vytvoření funkčního programu. Tak si programátor velice rychle může vyzkoušet správnost kódu a odladit jej.

5.4. Program pro reálná měření

Po simulačním programu byl vytvořen program pro reálná měření pomocí karty. V prvním kroku byl program otestován při měření frekvenčních charakteristik „klasických“ obvodů modulárního systému RC2000, používaných ve výukových laboratořích.

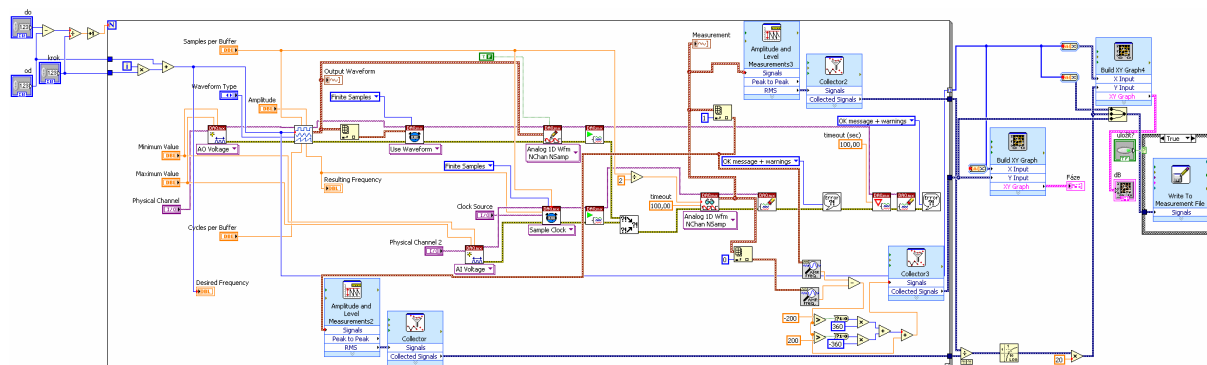
Mezi vstupními hodnotami lze nastavit frekvenci od které chceme měřit, frekvenci po kterou chceme měřit a krok. Dále lze nastavit velikost amplitudy, tvar signálu, počet amplitud, počet vzorků a vstupní a výstupní kanál. Pro generování a měření jsou použity funkce přímo přístupující k hardwaru karty, které na rozdíl od expresních funkcí umožňují přesnější spouštění a vyčítání. Jako výstup je standardně použit Analog Output 0, jako vstup je standardně použit Analog Input 0 v diferenciálním zapojení. Z naměřeného napětového průběhu jsou pomocí funkce Amplitude and level Measurement vypočítány efektivní hodnoty napětí, které jsou shromažďovány pomocí funkce Colector, což je v podstatě paměť FIFO, neboli posuvný registr. Výstup z tohoto posuvného registru je dále zpracován a zobrazen v grafech – Výstupní napětí, napětový přenos a napětový přenos v dB. Napětový přenos v dB lze uložit do textového souboru a použít například v Excelu.

Na obrázcích 12 a 13 je znázorněn čelní panel a blokový diagram programu pro reálná měření.



Obrázek 12. Ukázka čelního panelu programu pro reálná měření.

Na levé straně čelního panelu lze nastavit od jaké frekvence chceme měřit, po jakou frekvenci chceme měřit, krok a zda chceme uložit naměřené výsledky do textového souboru. Také se zde zobrazuje aktuálně měřená frekvence a aktuální vzorkovací rychlost, která je vypočítávána pomocí podprogramu pro optimalizaci. Vlevo dole lze nastavit tvar signálu (sinus, obdélník, trojúhelník), velikost amplitudy, počet vzorků a počet amplitud. Vpravo dole lze nastavit výstupní a vstupní kanál. Clock Source (zdroj taktovacího kmitočtu) doporučuji ponechat na Onboard Clock (taktovací oscilátor na měřící kartě). V grafu vlevo nahoře se zobrazuje výstupní signál, v grafu vpravo nahoře se červenou barvou zobrazuje výstupní signál a bílou barvou vstupní signál. V grafu uprostřed se zobrazuje fázová charakteristika a v grafu dole se zobrazuje frekvenční přenosová charakteristika v dB.



Obrázek 13. Blokový diagram programu pro reálná měření.

Nastavení frekvence od které chceme měřit a po kterou chceme měřit a krok se provádí mimo For cyklus, z těchto hodnot se pak vypočítá kolikrát se musí For cyklus vykonat. Samotné měření se provádí pomocí funkcí přímo přístupujících k hardwaru karty, které jsou pro každou frekvenci opakovaně spouštěny pomocí For cyklu. Na konci For cyklu se provádí měření efektivních hodnot napětí pomocí expresní funkce Amplitude and Level Measurement a shromažďování těchto hodnot pomocí funkce Collector, což je vlastně paměť FIFO. Zobrazení v grafech se děje již mimo For cyklus.

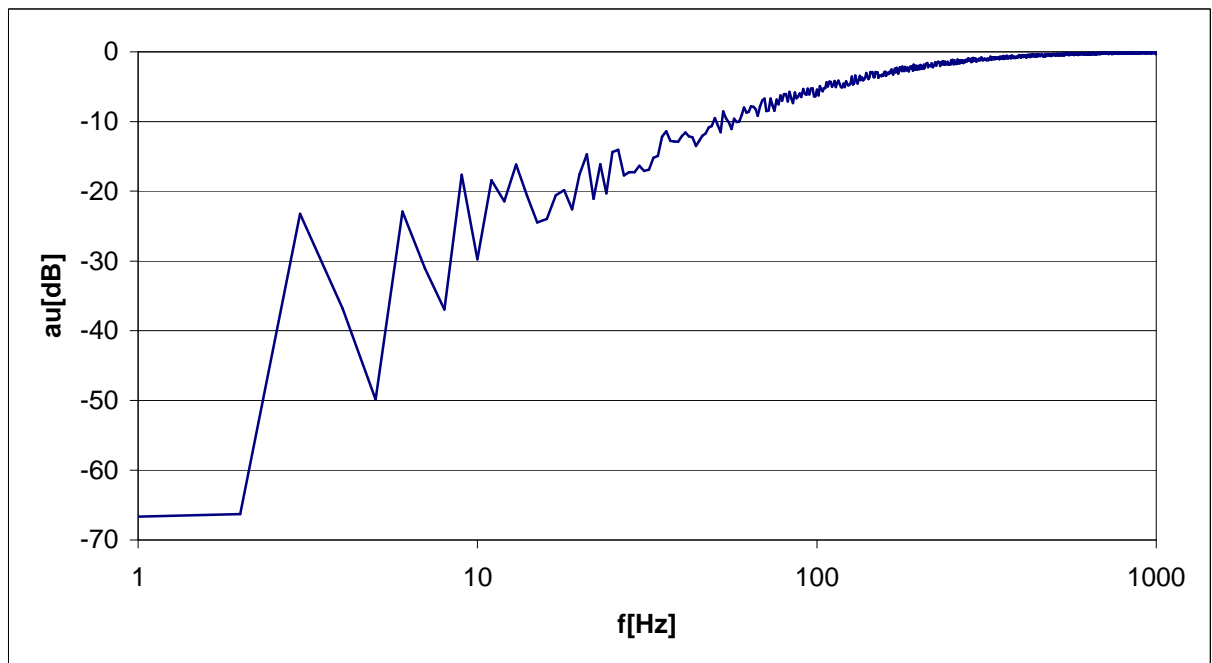
5.5. Měření modelových obvodů

Na následujících obrázcích 14 - 16 a grafech 1 – 3 jsou znázorněny výsledky měření pro horní propust, dolní propust a Wienův člen.

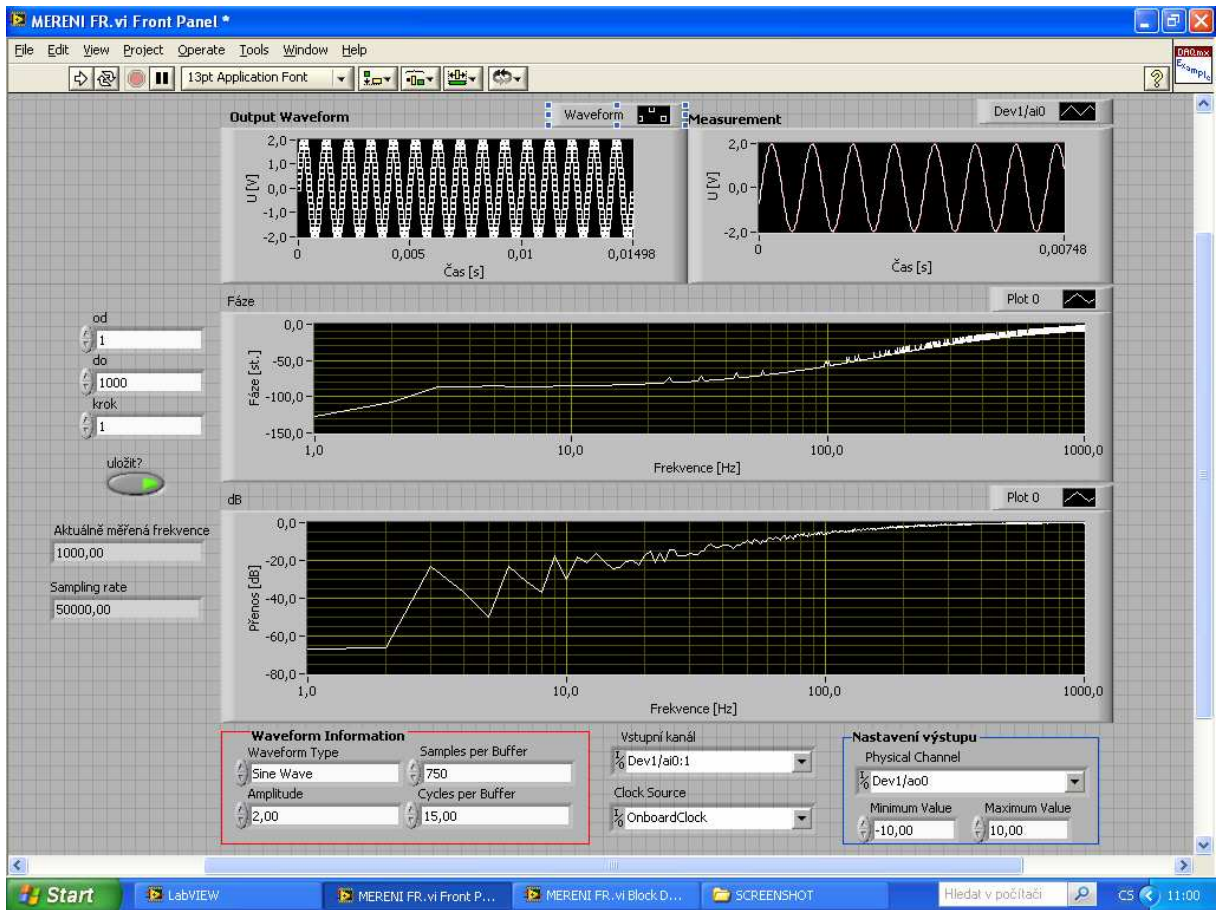
U všech modelových obvodů (horní a dolní propust, Wienův člen) byly pro snadnou názornost použity rezistory $1\text{k}\Omega$ a kondenzátory 1nF , mezní frekvence potom vychází:

$$f = \frac{1}{2\pi RC} = \frac{1}{6,28 \cdot 1000 \cdot 0,000000001} = \underline{\underline{159,2\text{Hz}}} .$$

Horní propust

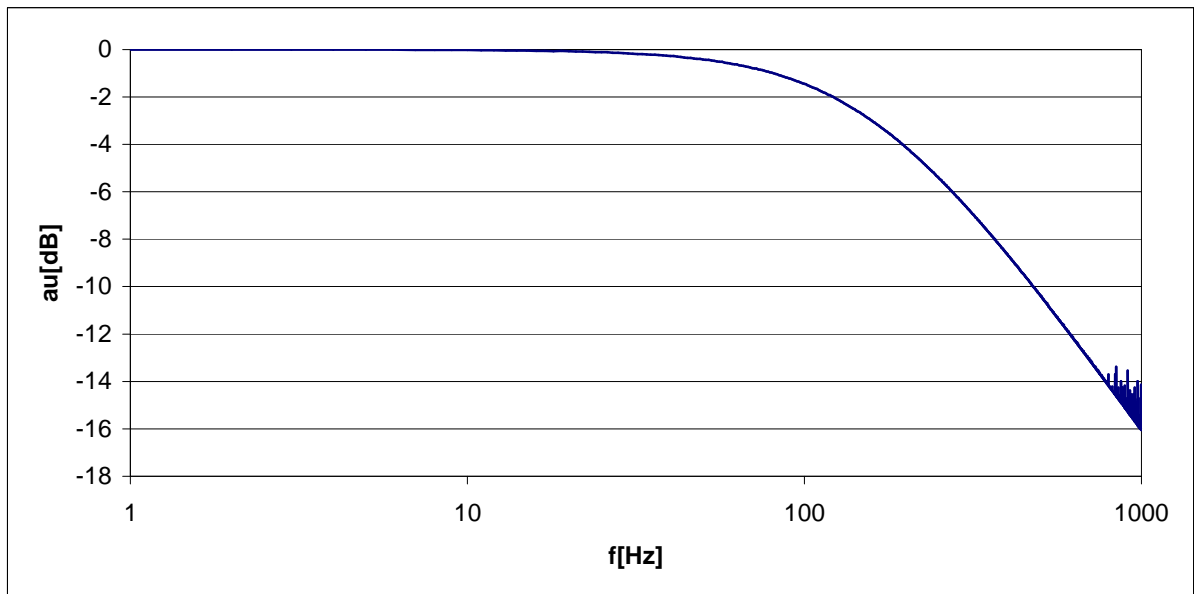


Graf 1: Frekvenční přenosová charakteristika horní propusti.

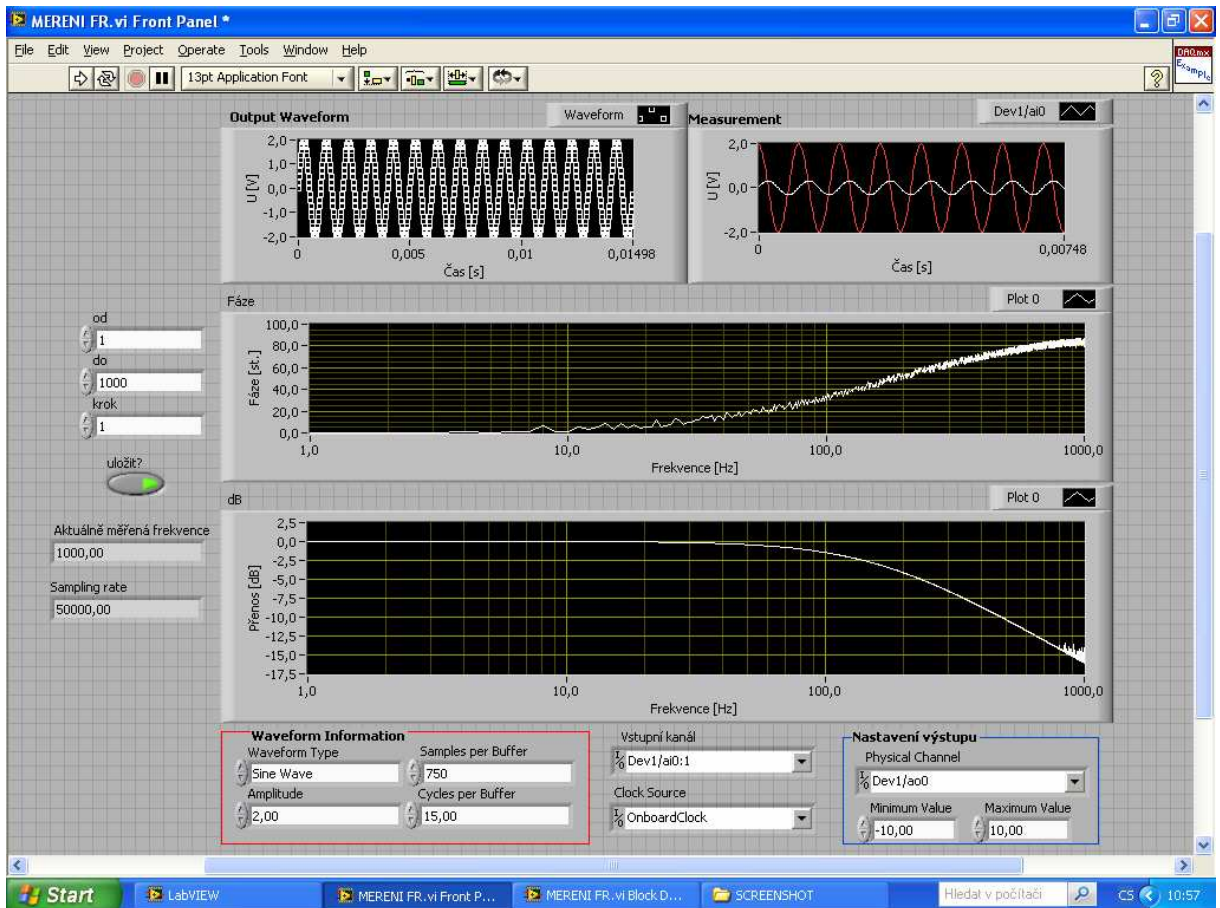


Obrázek 14. Měření horní propusti.

Dolní propust

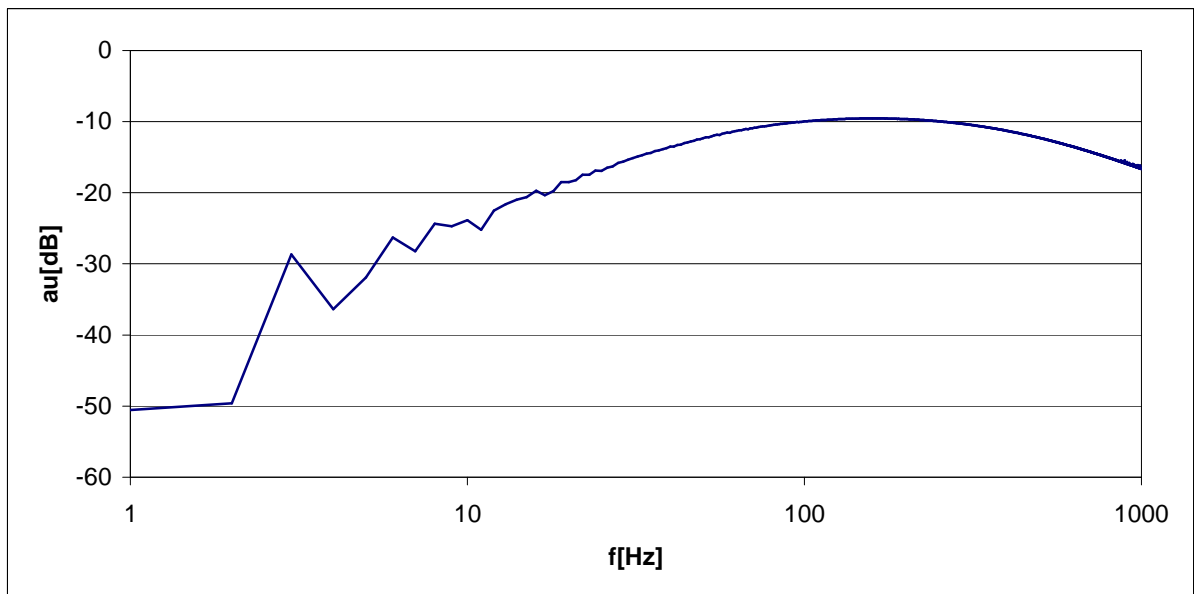


Graf 2: Frekvenční přenosová charakteristika dolní propusti.

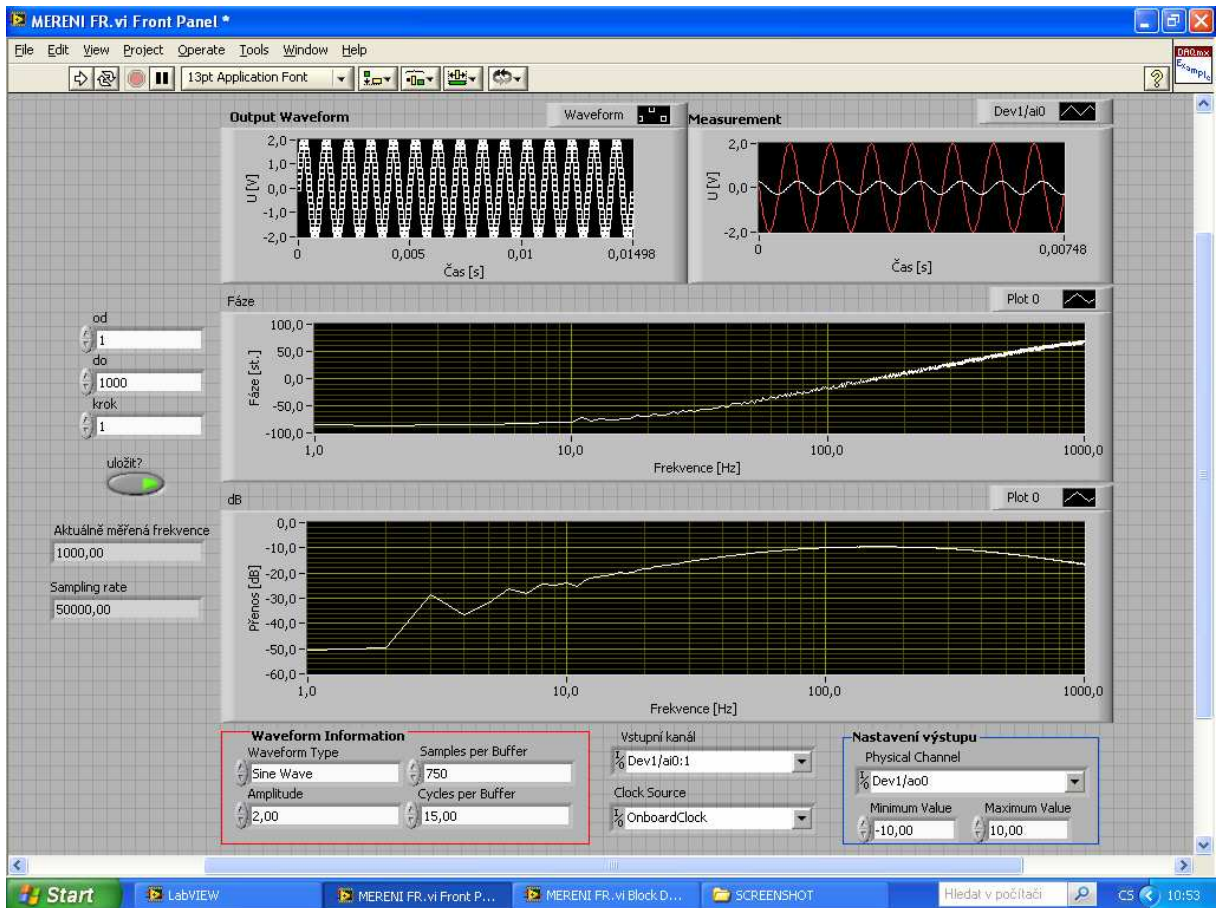


Obrázek 15. Měření dolní propusti.

Wienův člen



Graf 3: Frekvenční přenosová charakteristika Wienova členu.



Obrázek 16. Měření Wienova členu.

Z grafů 1, 2 a 3 je vidět, že u horní a dolní propusti dochází při frekvenci 159,2 Hz k poklesu o 3 dB, zatímco u Wienova členu při frekvenci 159,2 Hz dochází k maximálnímu přenosu. Tímto jsme si ověřili správnou funkci programu pro reálná měření a můžeme přistoupit k měření reálných pohybových zařízení.

Na obrázku 17 je zobrazena sestava karty při proměřování Wienova členu.

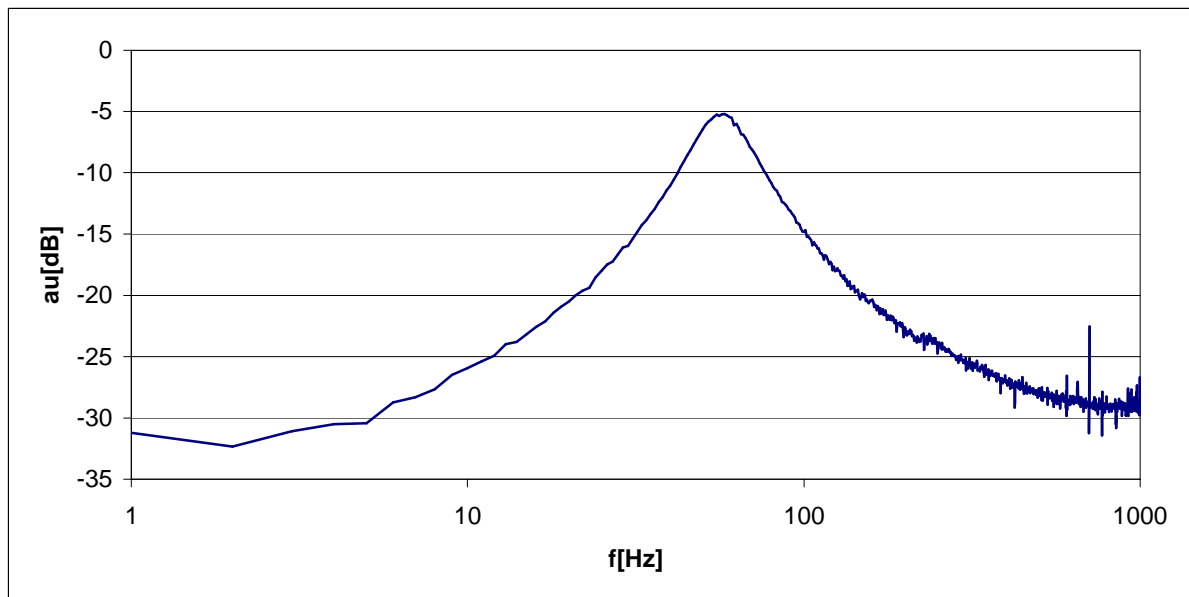


Obrázek 17. Měření Wienova členu – foto realizace.

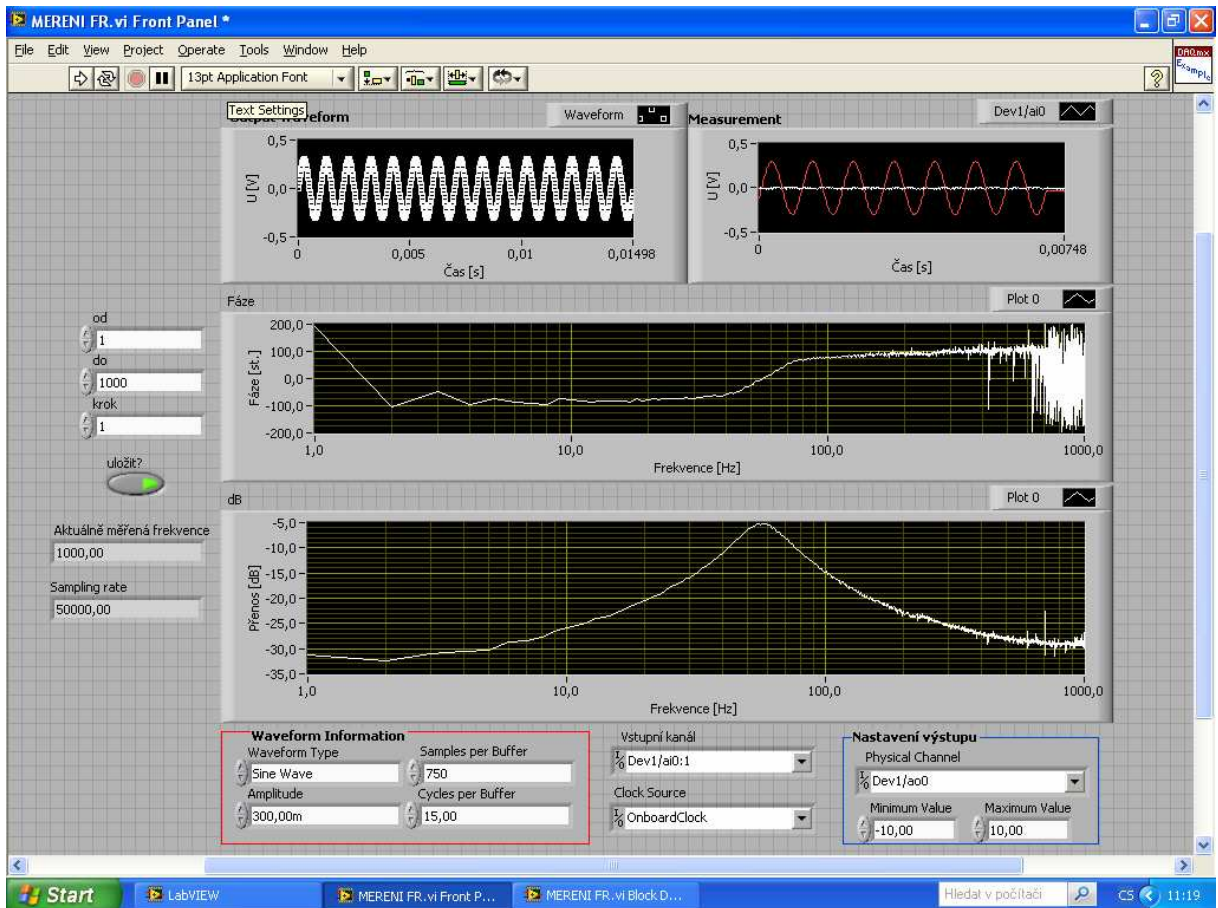
5.6. Měření reálných pohybových zařízení

V rámci bakalářské práce se proměřovala tři pohybová zařízení, označovaná jako Mini, Mikro a Rezonanční. Jednotlivá zařízení se používají v různých typech Mössbauerových spektrometrů.

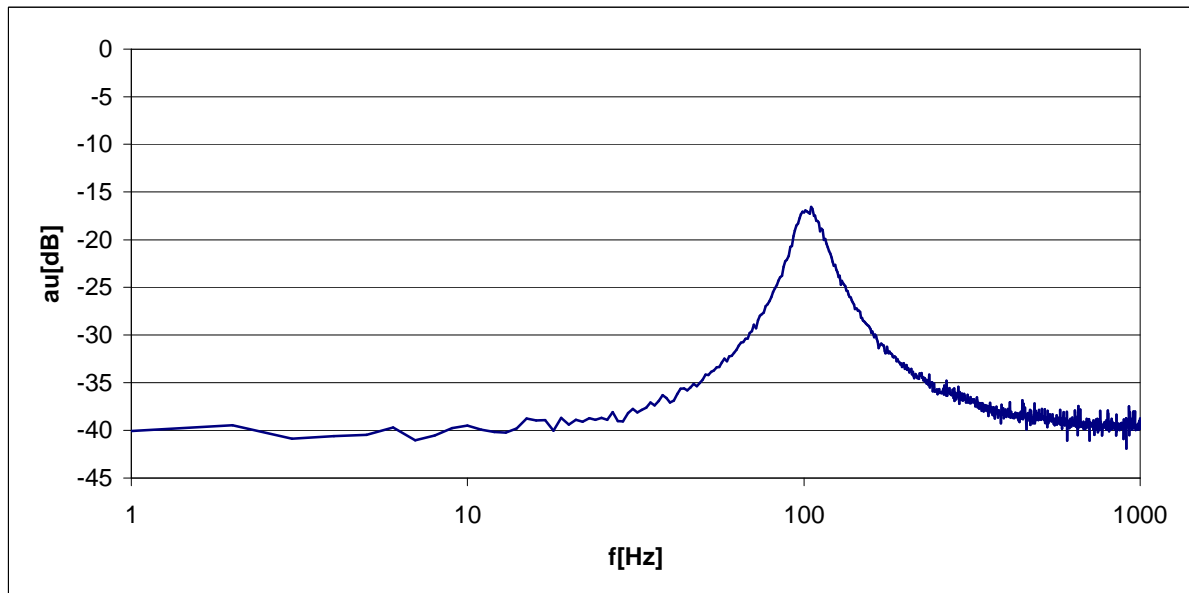
Na následujících obrázcích 18, 19 a 21 a grafech 4 – 6 jsou znázorněny výsledky měření pro jednotlivá pohybová zařízení. Na obrázcích 20 a 22 jsou pohybová zařízení vyfocena.



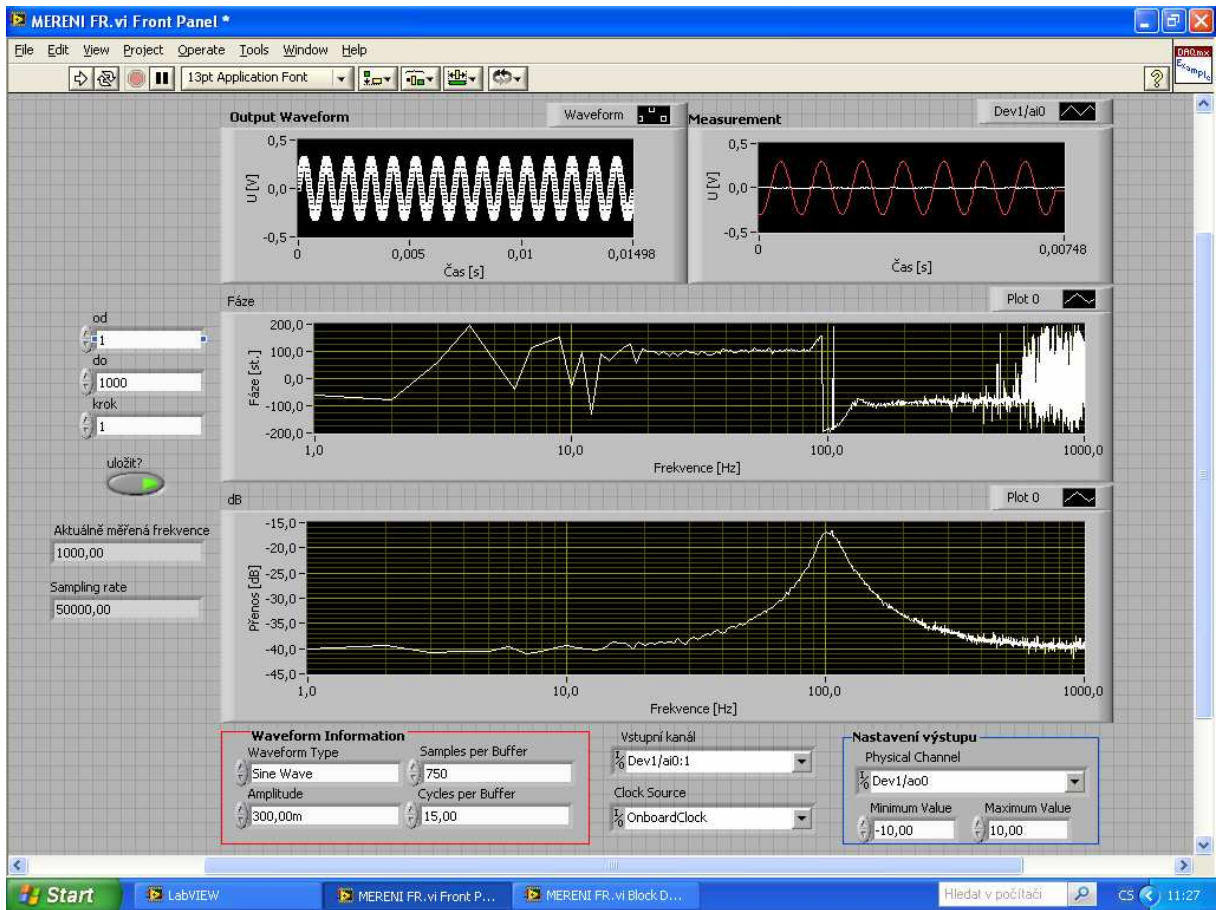
Graf 4: Frekvenční přenosová charakteristika zařízení Mini. Rezonanční frekvence je 58 Hz.



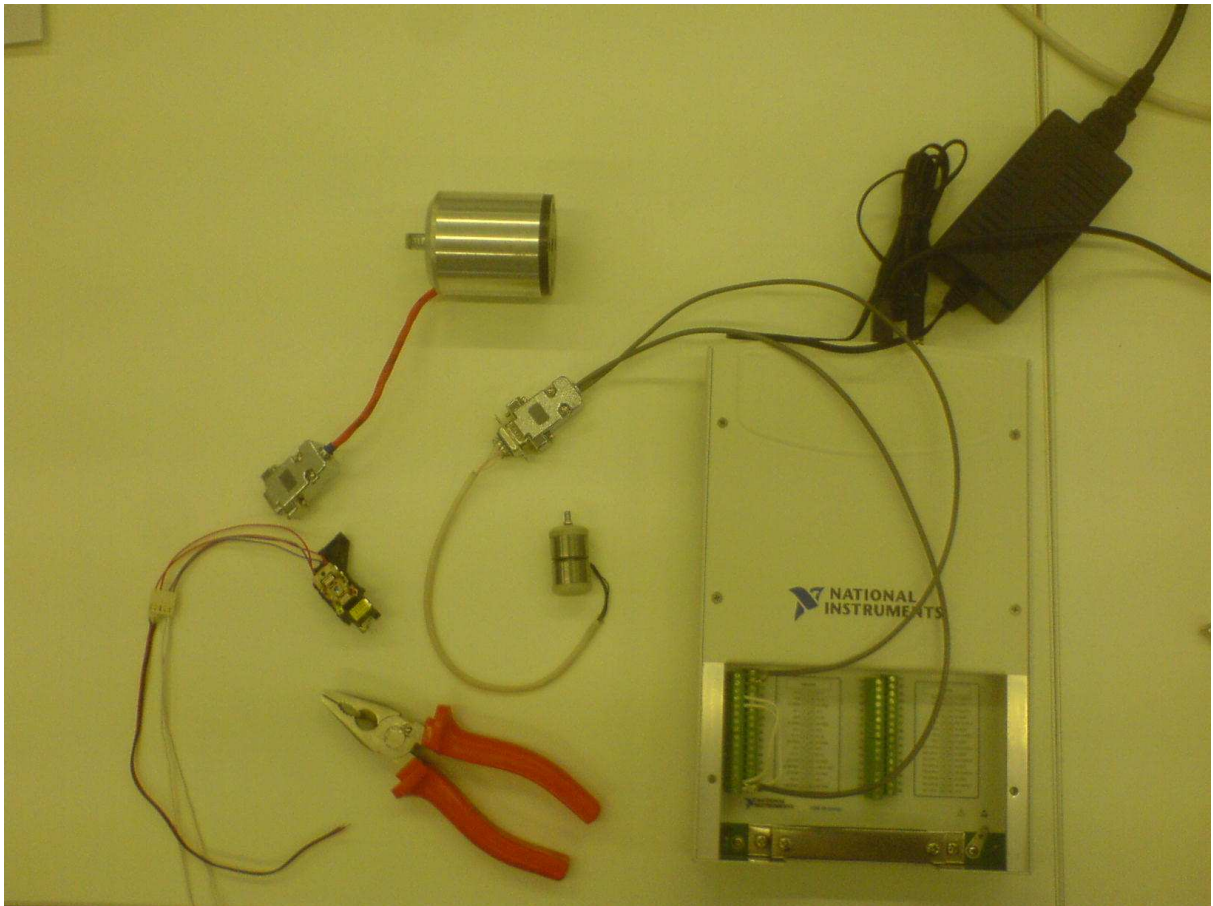
Obrázek 18. Měření pohybového zařízení Mini.



Graf 5: Frekvenční přenosová charakteristika zařízení Mikro. Rezonanční frekvence je 106 Hz.

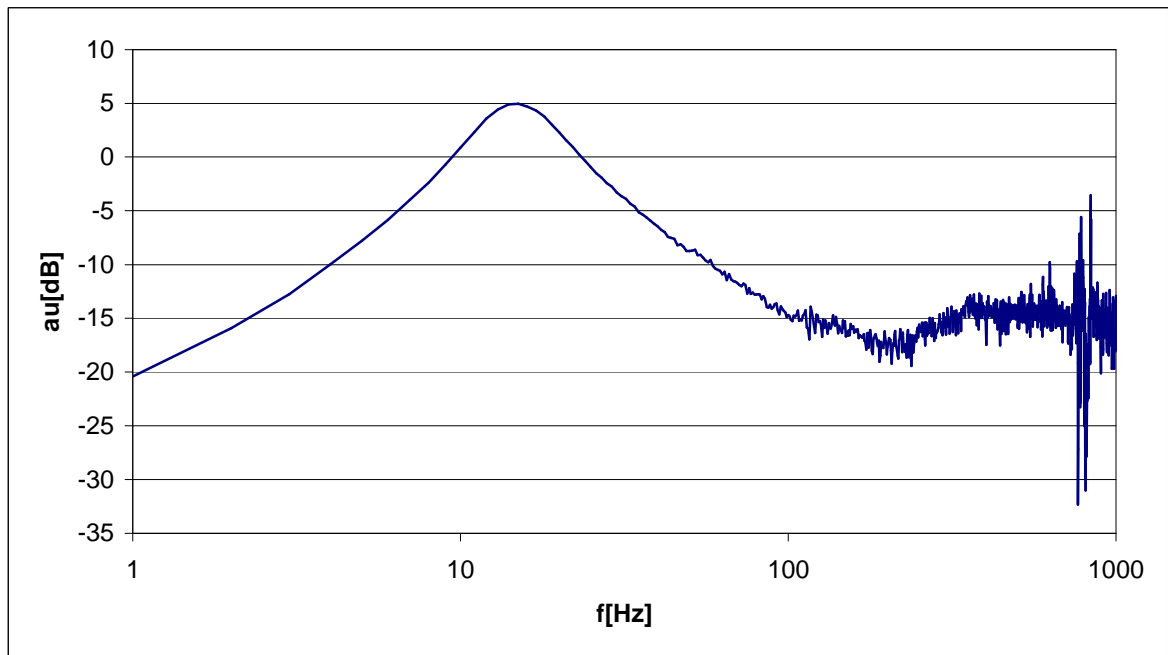


Obrázek 19. Měření pohybového zařízení Mikro.

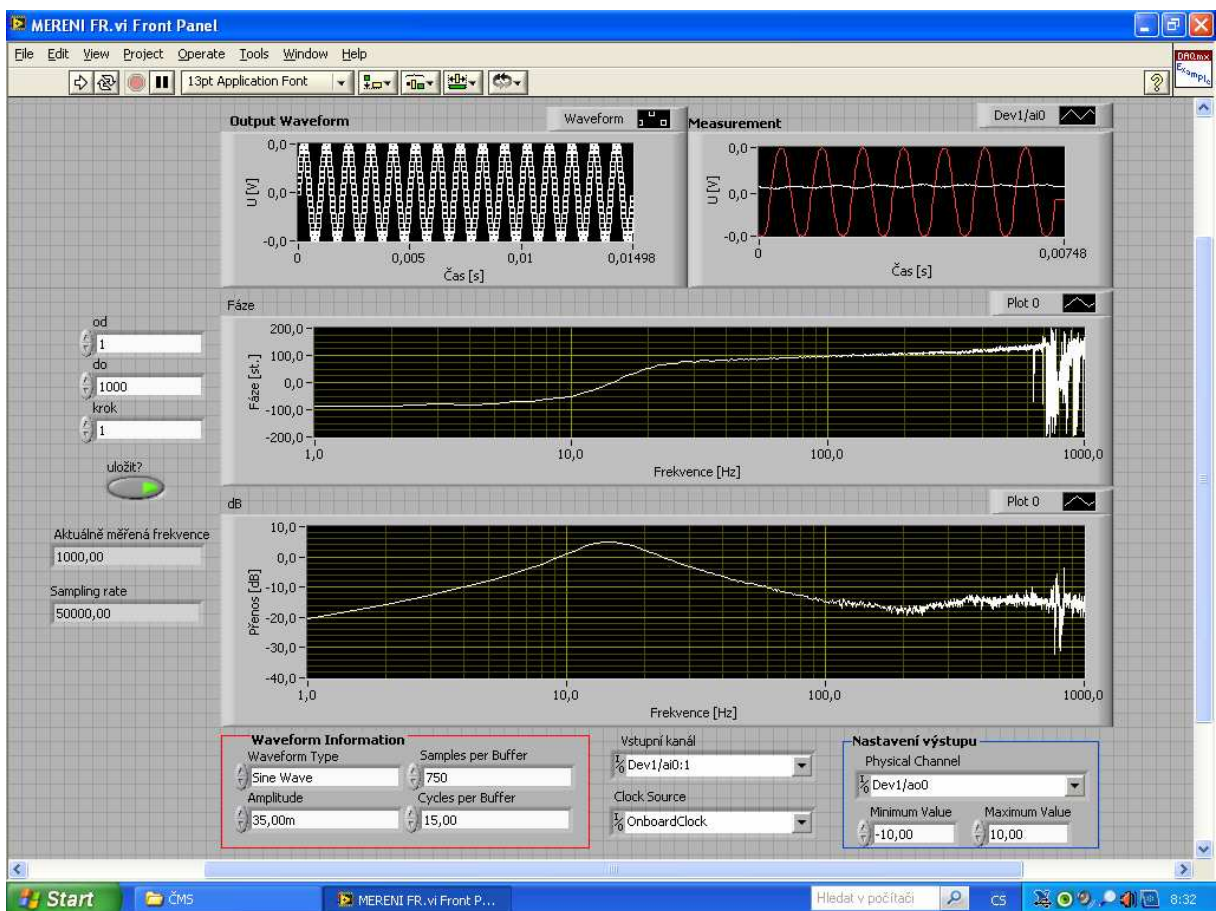


Obrázek 20. Pohybová zařízení.

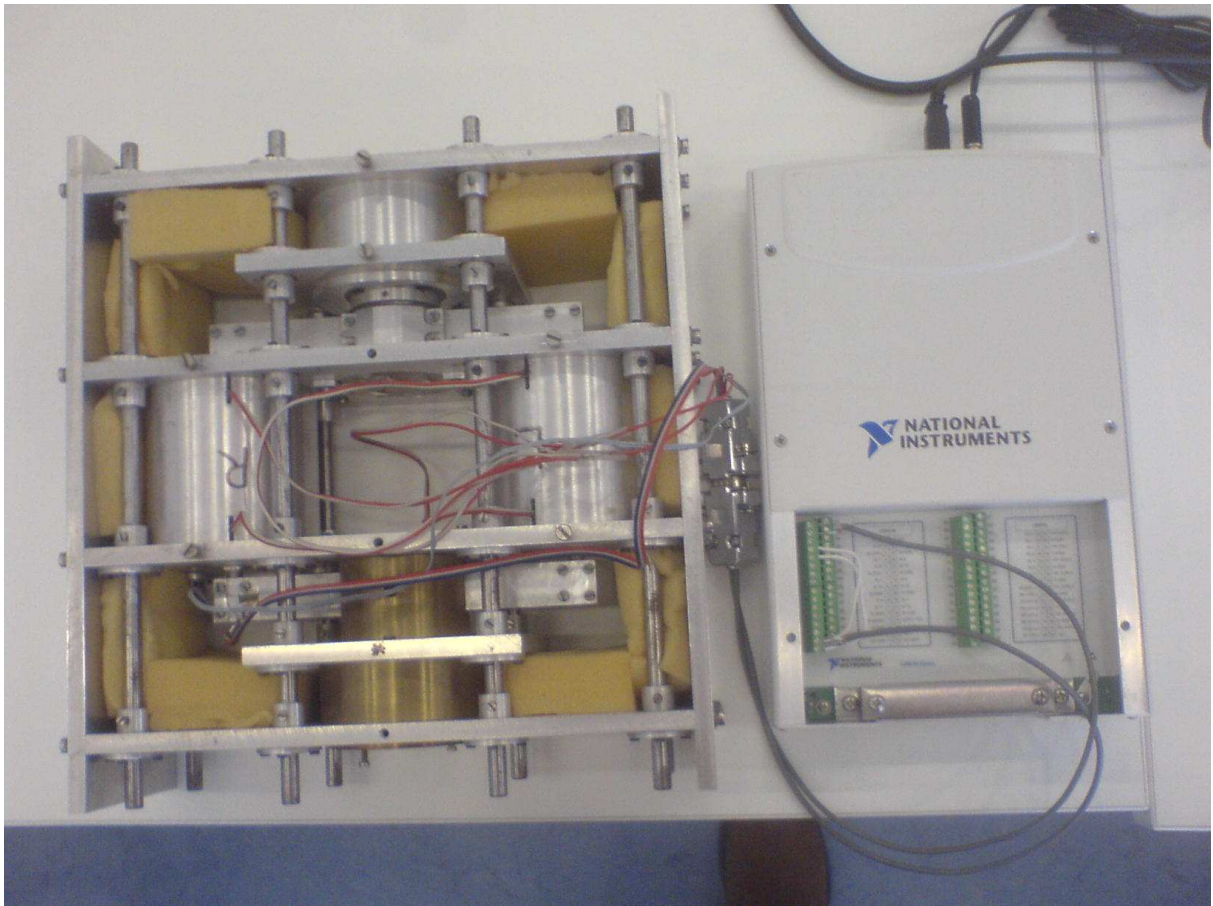
Nahoře je pohybové zařízení typu Mini. Vpravo je měřicí karta, ke které je aktuálně připojeno pohybové zařízení typu Mikro. Nalevo je vychylovací systém z CD-ROM mechaniky. Tento systém byl také proměřován, ale kvůli příliš malé mechanické výchylce se jej nepodařilo změřit. Zcela dole jsou kombinované kleště (pro porovnání velikostí).



Graf 6: Frekvenční přenosová charakteristika rezonančního pohybového zařízení. Rezonanční frekvence je 14 Hz.

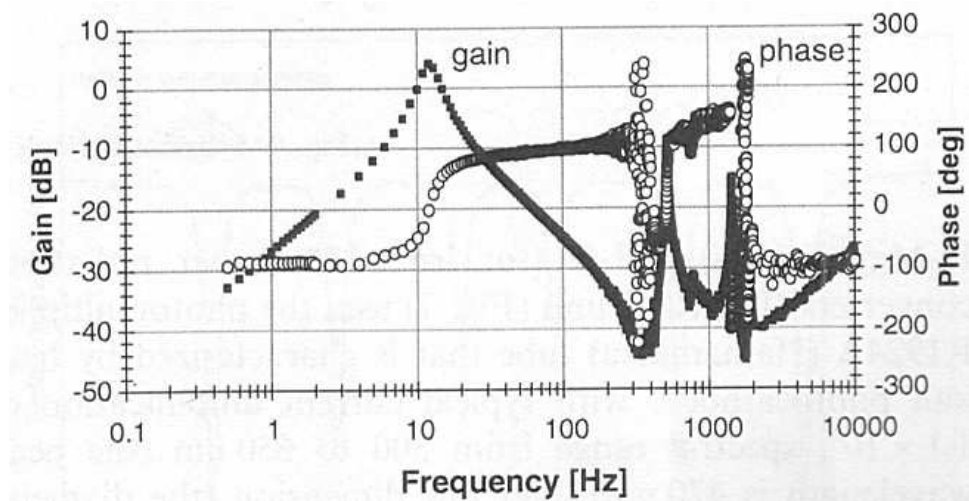


Obrázek 21. Měření rezonančního pohybového zařízení.

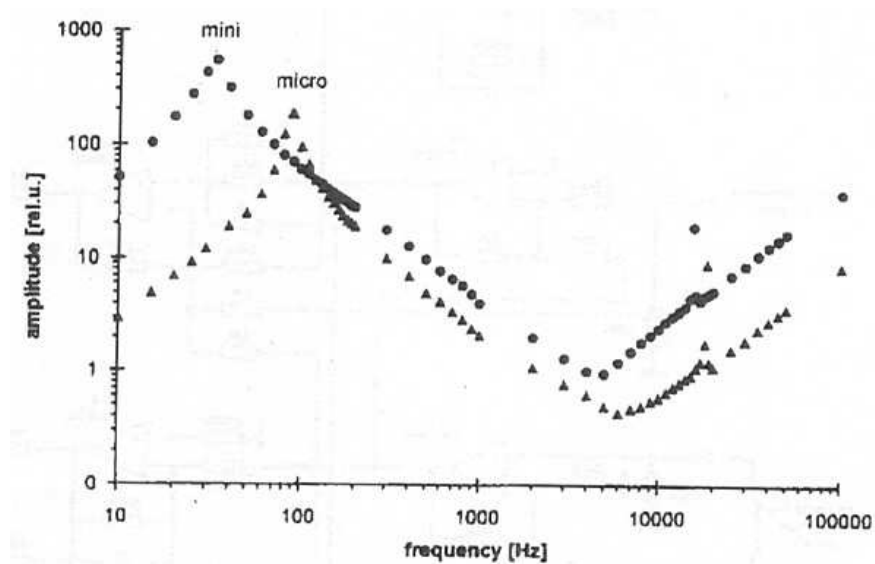


Obrázek 22. Rezonanční pohybové zařízení.

Rezonanční frekvence zařízení Mini je 58 Hz. Rezonanční frekvence zařízení Mikro je 106 Hz. Rezonanční frekvence rezonančního pohybového zařízení je 14H z. Naměřené charakteristiky lze porovnat s charakteristikami na obrázcích 23 a 24, které byly publikovány v článcích popisujících výrobu jednotlivých pohybových zařízení.



Obrázek 23. Frekvenční přenosová a fázová charakteristika rezonančního pohybového zařízení [6].



Obrázek 24. Frekvenční přenosová charakteristika zařízení Mini a Mikro [4].

6. Zvuková karta jako levný A/D a D/A převodník

Podobně jako měřicí karty i zvuková karta v sobě obsahuje A/D a D/A převodník, který můžeme využít k měření. Zvuková karta sice neumí měřit stejnosměrnou složku (vstupy a výstupy jsou odděleny kondenzátorem) a nedokáže změřit přesnou hodnotu napětí ve Voltech, pro generování sinusového signálu a zjištění zda na vstupu došlo k úbytku či nárůstu napětí však bohatě postačí.

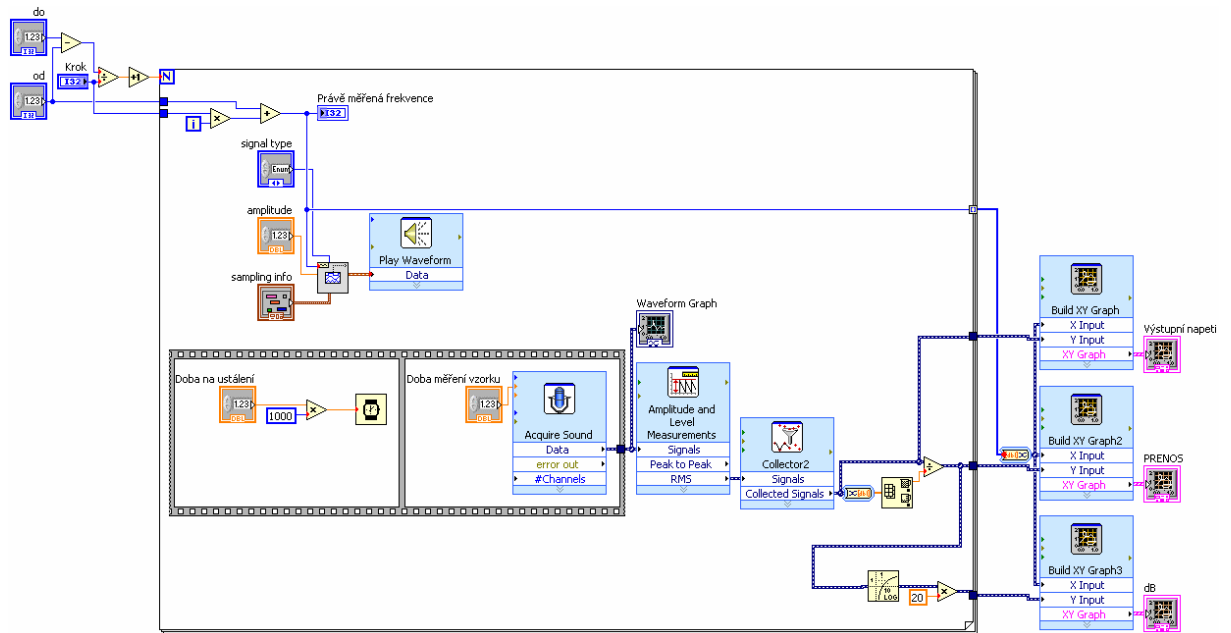
Program pro měření pomocí zvukové karty vznikl jednoduchou úpravou programu pro softwarovou simulaci. Program se od programu pro softwarovou simulaci liší zejména odebráním expresní funkce Filter, která byla nahrazena expresními funkcemi Play waveform a Acquire sound, které ovládají zvukovou kartu.

Ovládání programu pro měření pomocí zvukové karty se oproti programu pro softwarovou simulaci příliš neliší. Jelikož byla odstraněna expresní funkce Filter, představující modelový filtr pro simulaci měření, chybí nastavení horní a dolní mezní frekvence modelového filtru. Namísto toho přibyly ovládací prvky pro nastavení vzorkovací frekvence, počtu vzorků, nastavení doby měření a doby čekání na ustálení před měřením vzorku.

Na tomto programu je jasně ukázána modulárnost systému, využívajícího expresní funkce. Podobným způsobem bychom mohli tento program modifikovat i pro použití s jinými typy A/D a D/A převodníků.

Program pro měření pomocí zvukové karty se hodí spíše pro méně náročná měření. Na druhou stranu, jelikož je zvuková karta součástí každého moderního PC, lze tento program použít prakticky kdekoliv kde máme k dispozici PC. Běžné zvukové karty zvládají vzorkovací frekvenci 44100Hz, to znamená že můžeme měřit či generovat signál o maximální frekvenci 22050Hz.

Blokový diagram programu pro měření přes zvukovou kartu je uveden na obrázku 25.



Obrázek 25. Blokový diagram programu pro měření přes zvukovou kartu.

7. Závěr

V rámci této bakalářské práce byly vytvořeny celkem 3 programy: Program pro softwarovou simulaci, Program pro reálná měření a navíc byl vytvořen program pro měření pomocí zvukové karty. Byly změřeny celkem 3 modelové obvody (horní propust, dolní propust, Wienův člen) a 3 reálná pohybová zařízení (Mini, Mikro a Rezonanční). Vychylovací systém z CD-ROM mechaniky se nám kvůli příliš malé výchylce změřit nepodařilo.

Program pro softwarovou simulaci je tvořen převážně expresními funkcemi. Je vhodný pro ukázkou principu měření.

Program pro reálná měření je tvořen funkcemi přímo přístupujícími k hardwaru karty NI-USB 6221. Lze jej použít jak pro měření pohybových zařízení, tak i pro měření jakéhokoli jiného dvojbranu. Výstup měření lze uložit do textového souboru.

Program pro měření pomocí zvukové karty vznikl jednoduchou úpravou programu pro softwarovou simulaci, spočívající v odstranění expresní funkce Filter a nahrazení jinou expresní funkcí, přístupující ke zvukové kartě. Je zde názorně ukázána modulárnost systému, využívajícího expresní funkce.

Všechny programy mají jednoduché a přehledné ovládání.

Všechny programy vytvořené v rámci bakalářské práce byly zkompileovány do spustitelného tvaru (exe) a vypáleny na přiložené CD.

Spustitelná verze (exe) programu pro simulaci měření je umístěna v adresáři Simulace.

V adresáři Simulace install je umístěn instalátor tohoto programu i s potřebnými knihovnami.

Spustitelná verze programu pro reálná měření je umístěna v adresáři Měření.

V adresáři Zvukovka je program pro měření pomocí zvukové karty ve spustitelném tvaru (exe), v adresáři Zvukovka install je umístěn instalátor tohoto programu i s potřebnými knihovnami. V adresáři Zdrojové kódy jsou umístěny zdrojové kódy programu pro simulaci měření (simulace.vi), pro reálná měření (mereni fr.vi) a měření pomocí zvukové karty (zvukovka.vi). V adresáři Projects jsou zdrojové kódy ve formě projektů připravených ke kompilaci do spustitelného tvaru.

8. Použitá literatura

1. Učivo ze střední školy
2. M. Mašláň: Mössbauerova spektroskopie, Olomouc, 1992.
3. M. Mašláň, D. Žák: Constant acceleration Mossbauer drive, *Acta universitatis palackianae olomouensis, facultas rerum naturalium, physica XXXI*, vol. **106**, (1992)
4. V.A. Evdokimov, M. Mashlan, D. Zak, A.A. Fyodorov, A.L. Kholmetskii, O.V. Misevich: Mini and micro transducers for Mossbauer spectroscopy, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* **95** (1995) 278-289
5. M. Mashlan, A. Kholmetskii, V. Yevdokimov, J. Pechousek, O. Verich, R. Zboril, R. Tsonchev: Mossbauer spectrometer with resonant detector, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* **243** (2006) 241-246
6. M. Mashlan, V. Yevdokimov, J. Pechousek, R. Zboril and A. Kholmetskii: Mossbauer spectrometer with Novel Moving System and Resonant Detection of Gamma Rays , *Hyperfine Interactions* (2004) 15-19.
7. www.ni.com/labview
8. J. Vlach: Začínáme s LabVIEW
9. J. Pechoušek: Základy programování v LabVIEW
10. Manuály k programovacímu prostředí LabVIEW
11. <http://sine.ni.com/ds/app/doc/p/id/ds-10/lang/en>