

AKUSTICKÉ LISTY

České akustické společnosti
www.czakustika.cz

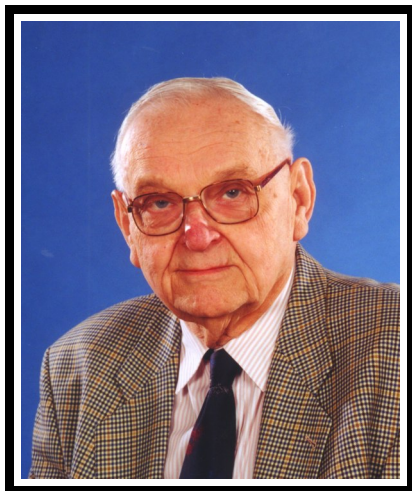
ročník 13, číslo 2

červen 2007

Obsah

prof. Dr. Ing. Oldřich Taraba, DrSc. † 4. dubna 2007	3
74. akustický seminář	3
Milan Krňák osmdesátiletý	4
Ing. Alois Melka sedmdesátiletý	5
Elektroakustická studie elektrostatického měniče s přímou A/D konverzí a digitálním výstupem Analysis of the Electroacoustic Transducer with the Direct A/D Conversion <i>Dušan Kovář</i>	6
Obsah Acta Acustica 93(2)	11
Obsah Acta Acustica 93(3)	13

ČESKÁ AKUSTICKÁ SPOLEČNOST

prof. Dr. Ing. Oldřich Taraba, DrSc. † 4. dubna 2007

Profesor Taraba se narodil 9. října 1922. Po ukončení středoškolského studia v r. 1941 pracoval během války jako dělník ve VADAS Pardubice a jako konstruktér v Hradci Králové. Po znovuotevření českých vysokých škol nastoupil na tehdejší Vysokou školu strojního a elektrotechnického inženýrství ČVUT v Praze, kde také začal již během studia (od roku 1946) pracovat jako asistent na katedře fyziky, kde pak působil až do konce života. Školu v roce 1948 absolvoval s vyznamenáním a v roce 1949 získal doktorát technických věd (Dr. Tech.), o deset let později obhájil kandidátskou práci a v roce 1964 se habilitoval a byl jmenován docentem pro obor užitá fyzika. V letech 1963–67 byl vedoucím slaboproudého oddělení katedry fyziky. V letech 1967–68 byl na vědeckém pobytu ve Švédsku, později absolvoval několik krátkodobých přednáškových pobytů na univerzitě v Cáchách. V roce 1977 získal titul doktora věd v oboru fyzikálně-matematických věd a o dva roky později byl jmenován řádným profesorem ČVUT, obor fyzika. Od r. 1998 byl emeritním profesorem ČVUT.

Profesor Taraba byl uznávaným vědeckým a pedagogickým odborníkem v oboru akustiky nejen u nás, ale i v zahraničí. Jeho vědecká činnost byla zaměřena především na oblast ultrazvuku, zejména obor diagnostiky fyzikálních procesů na principu rozboru emise ultrazvukových signálů. Je tvůrcem české

školy ultraakustiky. Byl čestným členem společnosti Le groupement des acousticiens de langue Française (1980). Byl zodpovědným řešitelem řady státních úkolů základního plánu výzkumu, vždy se zaměřoval na výstupní realizace svých prací. Publikoval 235 vědeckých prací, 15 knižních publikací doma i v zahraničí a bylo mu uděleno 23 autorských osvědčení.

Široké vědecké a odborné veřejnosti byl prof. Taraba znám také jako vynikající manažer a organizátor v rámci České vědeckotechnické společnosti, kde aktivně pracoval po desítky let. Byl předsedou Pobočky České (pův. československé) vědeckotechnické společnosti při FEL ČVUT od jejího založení až do posledních chvil.

Studenti a spolupracovníci si profesora Taraby vážili nejen pro jeho vědomosti a pracovní výsledky, ale i pro jeho pracovitost a nezměrnou energii. Elektrotechnická fakulta ČVUT i celá odborná veřejnost v něm ztrácí významného odborníka, pedagoga a dobrého člověka.

Jaroslav Plocek

74. akustický seminář

Ve dnech 2.–4. května 2007 proběhl v Srní na Šumavě 74. akustický seminář zabývající se problematikou snižování hluku a vibrací v různých oblastech života. Bylo zde předneseno 7 odborných příspěvků zaměřených na oblast hudební akustiky, nejistot a hlukové legislativy. V rámci semináře byla uskutečněna exkurze na vodní elektrárnu Vydra v Čeňkově pile. Tamní expozice mapuje historii hydroenergetiky na Šumavě.

Semináře se zúčastnilo 33 členů i nečlenů České akustické společnosti, přednesené příspěvky jsou publikovány ve sborníku semináře. Fotogalerie z průběhu semináře je v současné době přístupná na webových stránkách České akustické společnosti (www.czakustika.cz).

Organizátoři semináře děkují sponzorům, kteří přispěli k bezproblémovému průběhu semináře.

Petr Budek

Milan Krňák osmdesátiletý

Bylo po válce a Milan Krňák, narozený 29. června 1927 v Praze, složil maturitu na Vyšší průmyslové škole slaboproudého směru. Do zaměstnání nastoupil v technické kontrole Čs. rozhlasu na stanici Praha II v Karlíně, ale směnný provoz mu nevyhovoval, a proto se v roce 1949 přihlásil do oddělení Akustiky tehdy založeného Ústavu rozhlasové techniky. Svěřeny mu byly práce v oboru materiálů a obkladů pro pohlcování zvuku zejména v rozhlasových studiích. Prvním z jeho úkolů byla adaptace bývalé kovárny na dozvukovou místnost pro měření činitele zvukové pohltivosti za použití předválečných přístrojů z laboratoře někdejšího „Radiojournalu“.

Po návratu ze základní vojenské služby na své pracoviště do Výzkumného ústavu rozhlasu a televize (VÚRT) se zabýval převážně tlumením akustických obkladů založených na rezonančním principu. Pro studia navrhl děrované desky D a E a jejich uspořádání do dvouprvkové soustavy. Odvodil vztah pro výpočet rezonancí. Desky se začaly vyrábět ve Smrečině pod názvy Akulit D a Akulit E.

Dalším jeho úkolem byl vývoj interferometrů o průměru 5, 10 a 20 cm pro měření činitele pohltivosti při kolmém dopadu zvuku a složek akustické impedance obkladů. Zároveň se podílel na vývoji nízkotónových absorpčních obkladů jako membrán z PVC, šterbinových rezonátorů (vytvořených pomocí sádrových nebo škvárobetonových tvárníc) a cihlových rezonátorů několika typů.

Reorganizací v roce 1955 přešel VÚRT do Výzkumného ústavu spojů (VÚS) a laboratoř s M. Krňákem dostala k používání dozvukovou místnost zřízenou z bankovního trezoru. To bylo spojeno s dalšími úpravami a modernizací elektronických přístrojů, při nichž M. Krňák uplatnil své technické vloh.

Zahájení výroby akustických obkladů a jejich aplikace v praxi si vynutily vytvoření první, tehdy ještě jen oborové čs. normy na měření všesměrového činitele zvukové pohltivosti, schválené i ostatními akustickými pracovišti. Zasluhou M. Krňáka byl také vydán první katalog „Materiálů a konstrukcí pro pohlcování zvuku“, známý mezi projektanty jako „žlutá knížka“.

Po delimitaci laboratoře do Výzkumného ústavu zvukové, obrazové a reprodukční techniky (VÚZORT) v roce 1959 se M. Krňák spolu s F. Kolmerem a J. Tichým podílel na tvorbě normy ISO na měření činitele zvukové pohltivosti v dozvukové místnosti. Velký význam měla jeho účast ve dvou kruhových pokusech ISO s výsledky ze dvou dozvukových místností a zkoumání vlivu nově používaných závěsných difuzorů. V pozdější době se laboratoř zúčastnila dalších kruhových pokusů se švýcarským ústavem EMPA.

Neméně významnou prací bylo odvození kmitočtové charakteristiky tříprvkové rezonanční soustavy s použitím výpočetní techniky, aplikace této soustavy při realizaci absorpčního podhledu do odbavovací haly letiště v Ruzyni a později také vývoj a doporučení akustických obkladů do stanic metra A. Za zmínku stojí mimo jiné i jeho návrh šterbinových rezonátorů pro Janáčkovu divadlo v Brně, pro hotel Praha a pro společenský sál Kongresového centra Praha.

V roce 1965 dokončil M. Krňák vývoj a realizaci modelové dozvukové komory pro měření všesměrového činitele pohltivosti ekvivalentních obkladů určených k použití v trojrozměrných analogových modelech v měřítku 1:20. Poté se věnoval stavbě dvojrozměrné modelové komory podle L. Cremera, která pomohla J. Kynclovi experimentálně i teoreticky popsat vliv kazetování vzduchového polštáře akustických obkladů. Následoval vývoj akustického lamelového podhledu Izonort, vyráběného pak ve Stavebních izolacích. Také pro rozšíření výroby ve Smrečině byly vyvinuty další typy: čokovité panely Akubel, tvárnice rezonátory, desky Akustop.

V roce 1971 byl jubilant pověřen povinným hodnocením akustických obkladů ve Státní zkušebně 231 VÚZORT a také vytvořením potřebných postupů k tomuto účelu. U měření v dozvukové místnosti zavedl automatické získávání průměrné doby dozvuku z velkého počtu jednotlivých dozvukových křivek a automatické zavlhčování na konstantní absolutní vlhkost vzduchu. Princip využili i ve švýcarském ústavu EMPA. Zájem projektantů o výsledky měření zvukové pohltivosti dalších desítek obkladů přiměl v r. 1971 M. Krňáka k sestavení druhého katalogu akustických obkladů, tzv. „zelené knížky“. Později, v roce 1987, došlo k vydání třetího a posledního katalogu obkladů.

Také jeho činnost v oblasti normalizační se nezastavila. V roce 1982 vedl jednání o normě RVHP na měření činitele zvukové pohltivosti v dozvukové místnosti a v interferometru. Jeho laboratoř přispěla svým dílem do katalogu akustických obkladů používaných v rámci RVHP. V té době navrhl způsob omezení ohybového jevu, který nabývá na významu zejména při měření vzorku s akustickými tělesy, tedy vzorku s velkou pohltivostí. K ověření příslušného měřicího uspořádání se uskutečnil kruhový pokus, který byl veden Ústavem stavební techniky (ITB) ve Varšavě.

Většinu poznatků, které během své odborné činnosti získal a z nichž některé využil také v patentech, publikoval v přednáškách a časopisech domácích i zahraničních.

Na přelomu 80. a 90. let se soustředil na dokončení náročné rekonstrukce dozvukové místnosti VÚZORT (vyvolané průnikem spodní vody), při níž byl zvětšen její objem v souladu s požadavky příslušné normy ISO nad 150 m³.

Po odchodu do důchodu si však ještě pro vlastní potřebu zhotovil v pořadí již sedmý interferometr, s nímž se v roce 2003 zúčastnil kruhového pokusu měření činitele pohltivosti, organizovaného Centrem stavebního inženýrství (CSI) v Praze.

Oblíbeným a téměř celoživotním koníčkem Milana Krňáka byl a dosud je jachting, v němž také dosáhl řady úspěchů, a proto se hodí u příležitosti jeho osmdesátin popřát mu příznivý vítr do plachet a dobré počasí při jeho další plavbě životem.

Jaroslav Kyncl

Ing. Alois Melka sedmdesátiletý

V první den února letošního roku uplynulo sedmdesát let od vzácné chvíle, kdy se narodil náš dlouholetý kolega, přítel a kamarád Ing. Alois Melka, CSc., který se většinu svého života věnoval badatelské činnosti především v oblasti elektroakustiky, hudební akustiky a psychoakustiky.

Ing. Alois Melka začínal svoji vědeckou dráhu v roce 1961 ve Výzkumném a vývojovém ústavu elektroakustiky (VÚELA), jehož ředitelem byl tehdy pozdější dlouholetý vedoucí katedry zvuku a vibrací na elektrotechnické fakultě ČVUT prof. Ing. J. Merhaut, DrSc., a byl to právě on, který správně předvídal budoucí význam psychoakustiky pro praxi a který přivedl Ing. Melku k systematické práci v tomto interdisciplinárním oboru. Z počátku se Ing. Melka věnoval vyšetřování subjektivních účinků různých typů zkreslení, vznikajícího při analogovém zpracování a přenosu zvukových signálů, později v TESLA – VÚST (Výzkumný ústav sdělovací techniky) vypracoval metodiku subjektivního hodnocení zvukové kvality reproduktorových soustav. Pak přešel do Výzkumného ústavu zvukové, obrazové a reprodukční techniky (VÚZORT) v Praze, kde zprvu spolupracoval na plánování a realizaci experimentů zaměřených na subjektivní hodnocení dílčích parametrů akustické kvality předních pražských koncertních sálů na základě poslechu vybraných hudebních úryvků, prezentovaných symfonickým orchestrem na pódiu, později (v 80. letech uplynulého století) zde koncipoval, připravil a realizoval rozsáhlý program výzkumu zvukové kvality snižcových tenorových trombonů a B-trubek, pro který získal špičkové hráče na tyto dva dechové nástroje. V první polovině 90. let se spolu se svými kolegy RNDr. J. Štěpánkem a Ing. Z. Otčenáškem (dnes výzkumnými pracovníky Zvukového studia Hudební fakulty AMU) podílel na výzkumu zvukové kvality houslí. Koncem 90. let ve firmě AKUSTIKA Praha, s. r. o., navrhl a vypracoval pro Státní zdravotní ústav test rušivosti nízkofrekvenčního hluku působícího na obyvatele. Jako externí spolupracovník Zvukového studia Hudební fakulty AMU vedl Ing. Melka v letech 1997 až 2001 pod hlavičkou evropského programu COST G6 výzkum percepčních účinků digitálních prostorověakustických efektů, které jsou používány při finálních úpravách studiových nahrávek vážné hudby. Zhruba v téže době Ing. Melka navrhl a uskutečnil pro vývojový závod a. s. ŠKODA-AUTO v Mladé Boleslavi několik psychoakustických experimentů, určených k hledání optimálních variant ozvučení interiéru osobních automobilů, a uspořádal tam sérii odborných přednášek pro pracovníky hlukové zkušebny. Přednášel též doktorandům oboru Akustika na Elektrotechnické fakultě ČVUT v letech 1993–95.

Ing. Alois Melka, CSc., je autorem několika desítek výzkumných zpráv, článků v domácích i zahraničních odborných časopisech a příspěvků ve sbornících z vědeckých konferencí a sympozií.

Ve své knize „Základy experimentální psychoakustiky“, vydané Akademií múzických umění v r. 2005, zúročil Ing. Melka své téměř čtyřicetileté zkušenosti s plánováním, realizací a vyhodnocováním psychoakustických experimentů jak z oblasti posuzování zvukové kvality hudebních nástrojů resp. jejich signálů, tak z oblasti technické či průmyslové psychoakustiky a hlukové ekologie. Přehledně v ní popsal základní metodologii poslechových testů a na řadě příkladů vysvětlil použití ověřených postupů statistického zpracování a interpretace získaných dat. Zcela právem je Ing. Melka považován za předního odborníka v experimentální psychoakustice.

Do dalších let popřejme Ing. Melkovi zachování obdivuhodné duševní i fyzické svěžesti, již se dosud vyznačuje.

Jaroslav Kyncl

Elektroakustická studie elektrostatického měniče s přímou A/D konverzí a digitálním výstupem

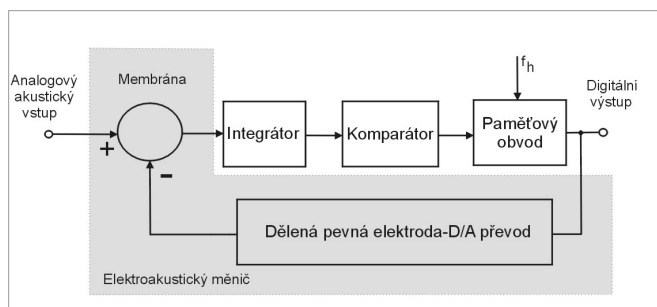
Dušan Kovář

ČVUT – FEL, Technická 2, 166 27 Praha 6
e-mail: xsany@seznam.cz

Direct converting digital microphone with a thin circular diaphragm has been described. The system consists of a subtractor, sampling and holding circuit, sigma-delta modulator and the other parts. In our contribution, an electroacoustic electrostatic device with the new concept of driving electrodes whose surfaces correspond to the significant bits in digital signal, used as the subtractor, is presented.

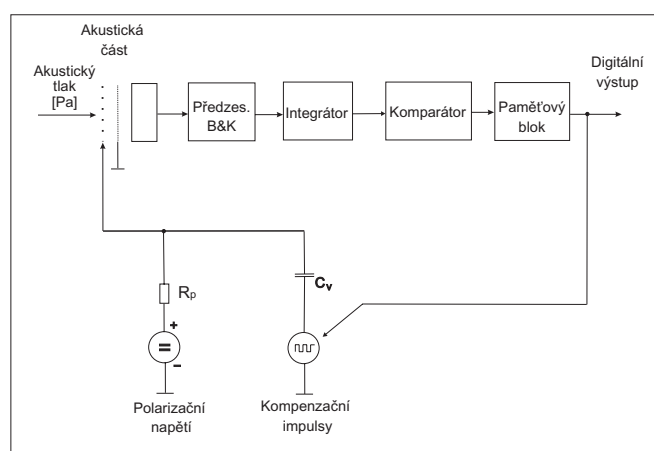
1. Koncept digitálního mikrofону s přímou A/D konverzí

Jedna z možností jak realizovat digitální mikrofón s přímou A/D konverzí je ukázána na obrázku 1. Z klasického zapojení sigma-delta modulátoru byly bloky rozdílového členu a zpětného D/A převodníku nahrazeny speciálním elektrostatickým měničem. Vstupní signál (akustický tlak) působí na pohyblivou elektrodu-membránu, která je umístěna uprostřed mezi budicí a detekční elektrodou. Z detekční elektrody je signál veden do integrátoru, odtud do komparátoru a následně do paměťového bloku (klopného obvodu). Dále je po změně napěťové úrovně veden na ovládání přepínače fungujícího jako převodník D/A. Výstupní napětí převodníku působí na dělenou kompenzační elektrodu a soustava dvou elektrod a membrány realizuje rozdílový člen systému.



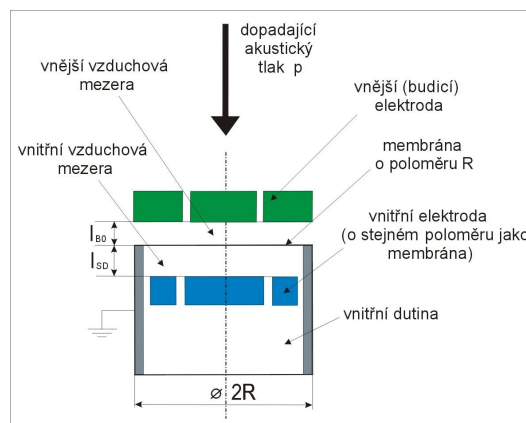
Obrázek 1: Blokové schéma digitálního mikrofónu

Na následujícím obrázku 2 je detailněji rozkresleno blokové schéma digitálního mikrofónu s přímou A/D konverzí. Signál z detekční elektrody je nejprve zesílen mikrofónním předzesilovačem a následně je zpracován bloky integrátoru, komparátoru a paměťovým blokem. Výstupní digitální signál je zaveden do smyčky zpětné vazby, kde řídí generátor kompenzačními impulsy. Jejich velikost se v našich experimentech pohybovala v rozmezí ± 5 až ± 15 V. K těmto hodnotám je ještě superponováno stejnosměrné polarizační napětí 200÷400 V a součet těchto napětí byl přiveden na dělenou budicí elektrodu.



Obrázek 2: Rozkreslené blokové schéma digitálního mikrofónu

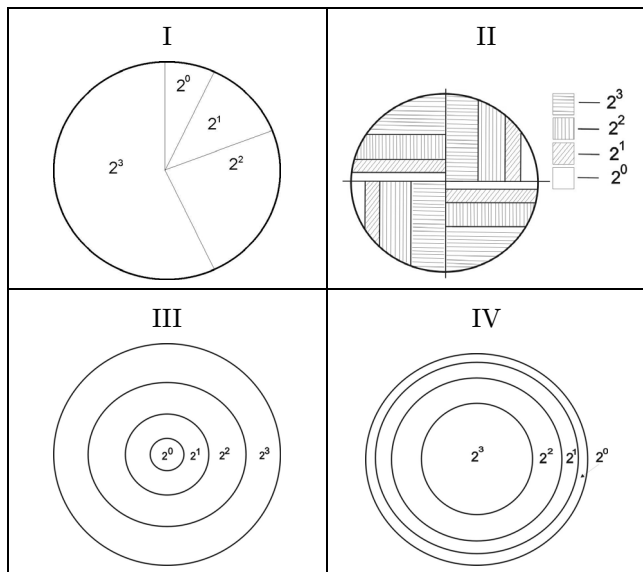
Měnič s přímou A/D konverzí, který bude dále popsán, je složen ze soustavy: membrána – vnitřní elektroda pracující jako snímač a membrána – vnější elektroda, která je realizována jako akusticky transparentní, sloužící jako budič, obdobně jako při elektrostatické kalibraci. Princip ukazují obrázek 3.



Obrázek 3: Řez tělesa digitálního mikrofónu

Vnější (budicí) elektroda je rozdělena na sekce a vnitřní (snímací) elektroda je děrováním upravena tak, aby bylo u snímací a budicí části jako celku dosaženo vhodné modulové a fázové charakteristiky.

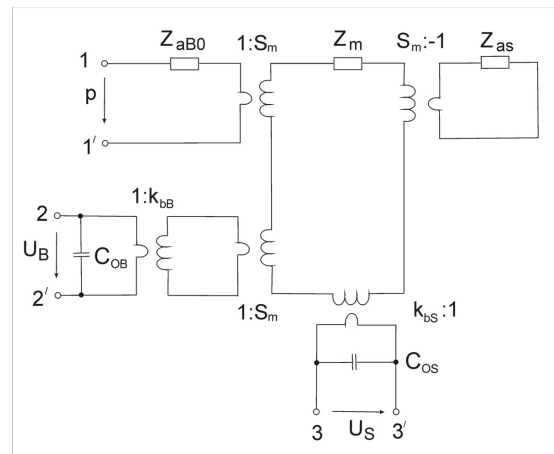
V literatuře [2] a [3] jsou uvedeny různé varianty dělení budicích elektrod, které jsou uvedeny na obr. 4. Varianta I má dělení ve tvaru kruhových výsečí, varianta II ve tvaru pásů a varianty III a IV ve tvaru soustředných prstencových elektrod středového kruhu. Plochy elektrod jsou v poměru $2^0 : 2^1 : 2^2 : \dots : 2^n$.



Obrázek 4: Varianta I – dělení elektrod do výsečí, varianta II – rozdělení elektrod na pásy, varianta III – MSB bit na okraji a varianta IV – MSB bit uprostřed

Budicí elektroda může být realizována některým z výše uvedených způsobů. Soustavy měniče jako celku lze výhodně popsat náhradním schématem, které uvádíme na obr. 5. Jde o trojbran, kde na bráně 1–1' působí snímaný akustický tlak, o němž předpokládáme, že je rovnoměrně rozdělen po membráně. Tento předpoklad je zcela oprávněný v případě, jak známo, není-li nutné uvažovat ohybové jevy na tělese systému. Na bráně 2–2' působí budicí napětí U_B a na bráně 3–3' je výstupní napětí U_S . Jednotlivé prvky schématu jsou tyto:

p [Pa]	je budicí akustický tlak
Z_{aB0} [$\text{kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-4}$]	akustická impedance otvorů v budicí elektrodě a akustická impedance vnější vzduchové mezery
S_m [m^2]	plocha membrány
Z_m [kg/s]	mechanická impedance membrány
Z_{as} [$\text{kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-4}$]	akustická impedance vnitřní dutiny a vnitřní vzduchové mezery
U_B [V]	budicí napětí
C_{OB} [F]	klidová kapacita budicí elektrody vůči membráně
k_{bB} [C/m]	činitel měniče budicí části soustavy
k_{bS} [C/m]	činitel měniče snímací části soustavy



Obrázek 5: Elektroakustické náhradní schéma akustické části modelu digitálního mikrofónu

C_{OS} [F]	klidová kapacita snímací části soustavy
U_S [V]	výstupní napětí

Mechanické parametry membrány stanovujeme z průměrné výchylky. Jejich určení je popsáno v [1] a zcela obdobně i prvky ostatní a dále se jimi zabývat nebudeme.

Příspěvkem k popisu tohoto systému a novým původním pohledem na teorii tohoto měniče bude studie a nalezení průměrných výchylek membrány vyvolaných budicími napětími na jednotlivých elektrodách. Touto otázkou se dosud autoři popisující elektrostatický měnič s A/D přeměnou nezabývali. Jak ukážeme a jak lze očekávat, je respektování nepistového pohybu membrány zcela nezbytné.

Analýzu provedeme pro tenkou kruhovou membránu v kmitočtovém pásmu pod 1. videm soustavy, kde rotačné souměrné kmity membrány popisuje s dostatečnou přesností rovnice

$$\frac{1}{r} \cdot \frac{d}{dr} \left(r \frac{d\xi}{dr} \right) = -\frac{p_c}{\nu}, \quad (1)$$

kde ξ je výchylka membrány,
 r polární souřadnice,
 p_c celkový tlak působící na membránu,
 ν napínací síla na jednotku délky obvodu membrány.

V dalším rozboru se budeme zabývat částí systému měniče pro přímou A/D konverzi, již je buzení membrány soustavou prstencových elektrod.

2. Návrh budicí elektrody

Při pístovém pohybu membrány jsou jednotlivé plochy elektrod v poměru 1 : 2 : 4 ... atd. Vzhledem k nepistovému pohybu membrány je třeba stanovit průměrnou výchylku odpovídající buzení příslušnou elektrodou. Jde o elektrodu kruhovou a soustavu anulárních (prstencových) elektrod a stanovení jim odpovídajících průměrných výchylek.

Celkový tlak působící na membránu je

$$p_c = -\frac{\varepsilon_0 U_0 u}{l_0^2} - p + \frac{\kappa p_0}{V_0} \int_0^R 2\pi \xi r dr, \quad (2)$$

kde u [V] je budicí napětí

ε_0 [F/m] permitivita vakua

l_0 [m] průměrná klidová vzdálenost mezi membránou a vnější (budicí) elektrodou

p [Pa] budicí akustický tlak

κp_0 [Pa] objemová tuhost (adiabatická) plynu ve vnitřní dutině (viz obr. 3)

V_0 [m³] objem vnitřní dutiny

V dalším rozboru se soustředíme na stanovení výchylek odpovídajících budicímu napětí u pro tři varianty umístění budících elektrod: A, B a C uvedených na obr. 6 až 8.

Z rovnice (3) pro variantu A v intervalu $r \in \langle 0, R_0 \rangle$ stanovíme výchylku ${}^A\xi_I$

$$\frac{1}{r} \cdot \frac{d}{dr} \left(r \frac{d^A\xi_I}{dr} \right) = -\frac{\varepsilon_0 U_0 u}{l_0^2 \nu}, \quad (3)$$

$${}^A\xi_I = R_0^2 \frac{N}{4} \left(1 - \frac{r^2}{R^2} - 2 \ln \frac{R_0}{R} \right). \quad (4)$$

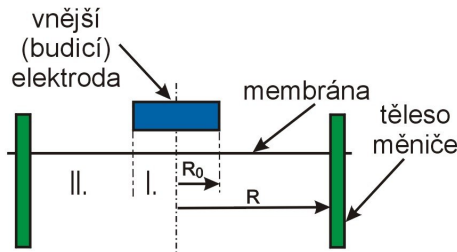
V intervalu $r \in \langle R_0, R \rangle$ stanovíme výchylku ${}^A\xi_{II}$ z rovnice

$$\frac{1}{r} \cdot \frac{d}{dr} \left(r \frac{d^A\xi_{II}}{dr} \right) = 0, \quad (5)$$

tj. pro $u = 0$, neboli bez působení elektrostatické síly,

$${}^A\xi_{II} = -R_0^2 \frac{N}{2} \ln \frac{r}{R}. \quad (6)$$

V rovnicích (4) a (6) je $N = (\varepsilon_0 U_0 u) / (l_0^2 \nu)$. Při řešení rovnic (3) a (5) vycházíme z okrajových podmínek nulové výchylky na okraji membrány, tj. pro $r = R$, a z rovnosti výchylek a jejich prvních derivací na hranici oblastí I a II.



Obrázek 6: Rozdělení intervalů poloměru na elektrodě, varianta A

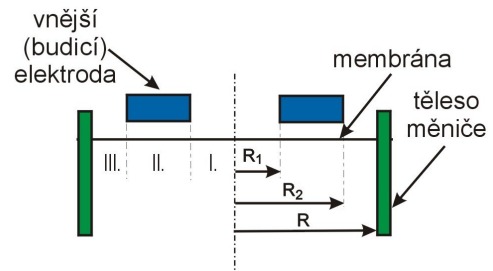
Pro variantu B nalezneme výchylky ${}^B\xi_I$ v oblasti I, tj. pro $r \in \langle 0, R_1 \rangle$ při $u = 0$, dále výchylku ${}^B\xi_{II}$ v oblasti II, tj. pro $r \in \langle R_1, R_2 \rangle$ a $u \neq 0$, a v oblasti III, tj. v intervalu $r \in \langle R_2, R \rangle$ při $u = 0$ za obdobných okrajových

podmínek jako v předešlé variantě. Výchylky v jednotlivých oblastech jsou tyto:

$${}^B\xi_I = \frac{NR_2^2}{4} \left(1 - 2 \ln \frac{R_2}{R} \right) - \frac{NR_1^2}{4} \left(1 - 2 \ln \frac{R_1}{R} \right), \quad (7)$$

$${}^B\xi_{II} = \frac{NR_2^2}{4} \left(1 - \frac{r^2}{R^2} \right) + \frac{NR_1^2}{2} \ln \frac{r}{R} + \frac{NR_2^2}{2} \ln \frac{R}{R_2}, \quad (8)$$

$${}^B\xi_{III} = \frac{N}{2} (R_1^2 - R_2^2) \ln \frac{r}{R}. \quad (9)$$



Obrázek 7: Rozdělení intervalů poloměru na elektrodě, varianta B

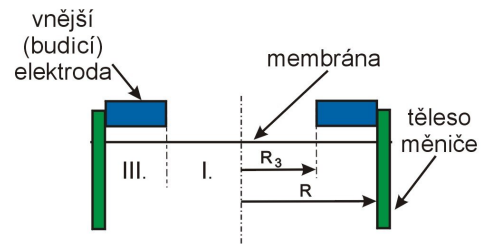
Pro variantu C je postup obdobný jako v předchozích případech.

Když $r \in \langle 0, R_3 \rangle$, platí:

$${}^C\xi_I = \frac{N}{4} (R^2 - R_3^2) + R_3^2 \frac{N}{2} \ln \frac{R_3}{R}; \quad (10)$$

je-li $r \in \langle R_3, R \rangle$, platí:

$${}^C\xi_{III} = \frac{N}{4} R^2 \left(1 - \frac{r^2}{R^2} \right) + \frac{N}{2} R_3^2 \ln \frac{r}{R}. \quad (11)$$



Obrázek 8: Rozdělení intervalů poloměru na elektrodě, varianta C

3. Průměrné výchylky vyvolané jednotlivými elektrodami

Budicí napětí působící na některé elektrody vyvolává výchylky, které jsou snímány systémem membrána – vnitřní elektroda, a výstupní napětí je úměrné celkové průměrné

výchylce. Pro jednotlivé výchylky vyvolané budicími elektrodami stanovíme průměrné výchylky podle [1] ze vztahu

$$\langle^x\xi\rangle = \frac{1}{S} \iint \xi \, dS, \quad (12)$$

kde S je plocha membrány, o níž předpokládáme, že je shodná s celkovou plochou budicích elektrod.

Varianta A

Pro kruhovou elektrodu se středem v počátku a o poloměru R_0 stanovíme průměrnou výchylku $\langle^A\xi\rangle$ z rovnic (12), (4) a (6)

$$\begin{aligned} \langle^A\xi\rangle &= \frac{1}{\pi R^2} \left\{ \int_0^{R_0} 2\pi^A \xi_{Ir} \, dr + \int_{R_0}^R 2\pi^A \xi_{IIr} \, dr \right\} = \\ &= \frac{\varepsilon_0 U_0 u}{l_0^2} \cdot \frac{1}{8\pi\nu} \cdot \pi R^2 \cdot \frac{R_0^2}{R^2} \cdot \frac{2R^2 - R_0^2}{R^2}. \end{aligned} \quad (13)$$

Zavedeme normovaný poloměr kruhové budicí elektrody:

$$\rho_0 = \frac{R_0}{R} \quad (14)$$

a určíme normovanou výchylku vyvolanou touto elektrodou:

$$A_1 = \frac{\langle^A\xi\rangle}{NR^2} = \frac{\rho_0^2(2 - \rho_0^2)}{8}. \quad (15)$$

Varianta B

Ostatní budicí elektrody jsou anulárního tvaru a jejich normovaná výchylka je při použití rovnic (12), (7), (8) a (9):

$$A_2 = \frac{\langle^B\xi\rangle}{NR^2} = \frac{(\rho_2^2 - \rho_1^2) \cdot (2 - \rho_2^2 - \rho_1^2)}{8}, \quad (16)$$

kde $\rho_2 > \rho_1$, $\rho_1 = R_1/R$, $\rho_2 = R_2/R$ a kde R_1 , R_2 jsou poloměry příslušné anulární elektrody.

Varianta C

Okrajová anulární elektroda vyvolává normovanou výchylku, kterou stanovíme z rovnic (12), (10) a (11):

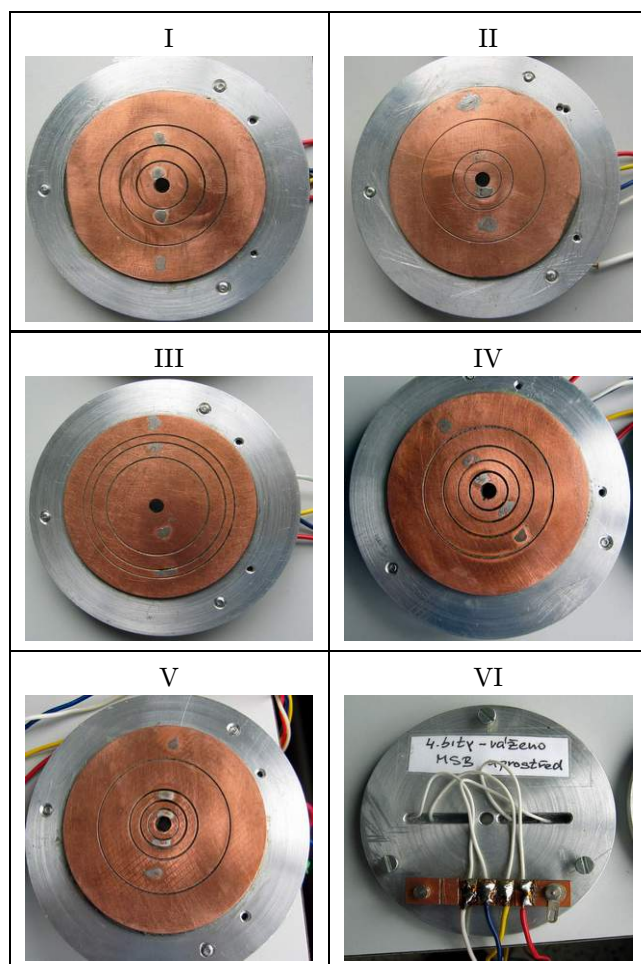
$$A_3 = \frac{\langle^C\xi\rangle}{NR^2} = (1 - \rho_3^2)^2, \quad (17)$$

kde ρ_3 je normovaný poloměr $\rho_3 = R_3/R$ a $R_3 < R$.

Na základě těchto výsledků stanovíme poloměry jednotlivých budicích elektrod tak, aby poměr průměrných výchylek sousedních elektrod byl v poměru 1 : 2 (event. 2 : 1).

Praktická realizace některých variant dělených elektrod

Na fotografiích na obrázku 9 jsou některé z realizovaných dělených budicích elektrod, které sloužily pro ověření systému digitálního mikrofonu s přímou A/D konverzí. Elektroda byla vyrobena z cuprexitu a umístěna na duralové podložce. Z druhé strany byly vyvedeny jednotlivé kontakty pro každou sekci elektrody.



Obrázek 9: Různé typy realizovaných dělených elektrod

Experimentální práce byly realizovány na elektrostatickém měniči o průměru membrány 46 mm. Na laboratorním měniči byla měřením ověřena superpozice mezi silou vyvolanou dopadajícím akustickým tlakem a elektrostatickou kompenzační silou vyvolanou dělenou budicí elektrodou (4 a 5 bitů).

4. Závěr

V příspěvku je popsán elektrostatický měnič s přímou A/D konverzí jako gradientní přijímač 0. řádu a je odvozena velikost ploch vnějších budicích prstencových elektrod a elektrody okrajové tak, aby plochy sousedních elektrod při elektrostatickém buzení vytvářely průměrné výchylky v poměru 1 : 2.

Poděkování

Tato práce vznikla pod vedením prof. Zd. Škvora, DrSc., na K13137 na FEL–ČVUT v Praze a je podporována výzkumným záměrem VZ 6840770014.

Reference

- [1] Škvor, Z., *Akustika a elektroakustika*, Academia Praha, 2001
- [2] Yasuno, Y., Riko, Y., *A basic concept of directconverting digital microphon*, Acoustic Society of America, 1999
- [3] Yasuno, Y., Riko, Y., *An Approach to Integrated Electret Electroacoustic Transducer*, ISE 10, 22–24 September 1999, Greece



No. 2 · pp. 173–332 · March/April 2007 E 21 466 · ISSN 1610-1928

Volume 93

ACTA ACUSTICA

UNITED WITH

ACUSTICA

The Journal of the European Acoustics Association (EAA) · International Journal on Acoustics

Table of Contents

Preface

Building Europe's Future Harmonized Noise Mapping Methods	V
---	---

Scientific Papers

Building Europe's Future Harmonized Noise Mapping Methods

H. G. Jonasson

Acoustical Source Modelling of Road Vehicles	173
--	-----

M. Dittrich

The IMAGINE Source Model for Railway Noise Prediction	185
---	-----

D. van Maercke, J. Defrance

Development of an Analytical Model for Outdoor Sound Propagation Within the Harmonoise Project	201
--	-----

J. Defrance, E. Salomons, I. Noordhoek, D. Heimann, B. Plovsing, G. Watts, H. Jonasson, X. Zhang, E. Premat, I. Schmich, F. Aballea, M. Baulac, F. de Roo

Outdoor Sound Propagation Reference Model Developed in the European Harmonoise Project	213
--	-----

D. Heimann, M. Bakermans, J. Defrance, D. Kühner

Vertical Sound Speed Profiles Determined from Meteorological Measurements Near the Ground	228
---	-----

B. De Coensel, D. Botteldooren, F. Vanhove, S. Logghe

Microsimulation Based Corrections on the Road Traffic Noise Emission Near Intersections	241
---	-----

R. Bütikofer

Concepts of Aircraft Noise Calculations	253
---	-----

Flow Acoustics

R. E. Musafir

On the Source Terms in Lilley's Equation	263
--	-----

S. Lewy

Prediction of Turbofan Rotor or Stator Broadband Noise Radiation	275
--	-----

Acoustic Materials

H. Aygun, K. Attenborough, A. Cummings

Predicted Effects of Fluid Loading on the Vibration of Elastic Porous Plates	284
--	-----



S. Hirzel Verlag · Stuttgart

III



No. 2 · pp. 173–332 · March/April 2007 E 21 466 · ISSN 1610-1928

Volume 93

ACTA ACUSTICA

UNITED WITH

ACUSTICA

The Journal of the European Acoustics Association (EAA) · International Journal on Acoustics

Computational and Numerical Acoustics

C. Stoelinga, A. Chaigne

Time-Domain Modeling and Simulation of Rolling Objects 290

P.-O. Mattei

High-Order Perturbation Expansion for the Spectral Analysis of Fluid-Loaded Vibrating Structure 305

Musical Acoustics

A. Van Hirtum, J. Cisonni, N. Ruty, X. Pelorson, I. Lopez, F. van Uittert

Experimental Validation of Some Issues in Lip and Vocal Fold Physical Models 314

Short Communications

R. Makarewicz

Day-Evening-Night Level Calculation from Road Traffic Noise Measurements in Residential Areas 324

Erratum 327

Book Reviews 327

Doctoral Thesis Abstracts 328

European Acoustics Association News 329

Upcoming Events 330

Instructions for Authors 331

Editorial Board 332





No. 3 · pp. 333–505 · May/June 2007 E 21 466 · ISSN 1610-1928

Volume 93

ACTA ACUSTICA

UNITED WITH

ACUSTICA

The Journal of the European Acoustics Association (EAA) · International Journal on Acoustics

Table of Contents

Editorial: Quo vadis?	V
Scientific Papers	
<i>General Linear Acoustics</i>	
F. Gautier, J. Gilbert, J.-P. Dalmont, R. Picó Vila	
Wave Propagation in a Fluid Filled Rubber Tube: Theoretical and Experimental Results for Korteweg's Wave.....	333
<i>Flow Acoustics</i>	
L. Xiaozhou, Z. Dong, M. Guoping, Y. Zhixin, L. Yingzhong	
Sound Generation Induced by Viscous Flow Around an Airfoil-Spring System	345
<i>Structural Acoustics</i>	
W. M. Zawieska, W. P. Rdzanek, W. J. Rdzanek, Z. Engel	
Low Frequency Estimation for the Sound Radiation Efficiency of Some Simply Supported Flat Plates	353
<i>Building Acoustics</i>	
C. Brutel-Vuilmet, C. Guigou-Carter, M. Villot	
A Study of the Influence of Incidence Angle on Sound Reduction Index Using NAH-Phonoscopy	364
V. Wittstock	
On the Uncertainty of Single-Number Quantities for Rating Airborne Sound Insulation	375
<i>Room Acoustics</i>	
R. San Martín, I. B. Witew, M. Arana, M. Vorländer	
Influence of the Source Orientation on the Measurement of Acoustic Parameters	387
<i>Computational and Numerical Acoustics</i>	
J. Escolano, F. Jacobsen	
A Note on the Physical Interpretation of Frequency Dependent Boundary Conditions in a Digital Waveguide Mesh ..	398
<i>Speech</i>	
A. J. Watkins, S. J. Makin	
Perceptual Compensation for Reverberation in Speech Identification: Effects of Single-Band, Multiple-Band and Wideband Noise Contexts	403
<i>Musical Acoustics</i>	
A. Friberg, E. Schoonderwaldt, P. N. Juslin	
CUEX: An Algorithm for Automatic Extraction of Expressive Tone Parameters in Music Performance from Acoustic Signals	411



S. Hirzel Verlag · Stuttgart

III



No. 3 · pp. 333 – 505 · May/June 2007 E 21 466 · ISSN 1610-1928

Volume 93

ACTA ACUSTICA

UNITED WITH

ACUSTICA

The Journal of the European Acoustics Association (EAA) · International Journal on Acoustics

K. Kato, K. Fujii, T. Hirawa, K. Kawai, T. Yano, Y. Ando Investigation of the Relation between Minimum Effective Duration of Running Autocorrelation Function and Operatic Singing with Different Interpretation Styles	421
M. van Walstijn, F. Avanzini Modelling the Mechanical Response of the Reed-Mouthpiece-Lip System of a Clarinet. Part II: A Lumped Model Approximation	435
<i>Electroacoustics</i>	
B. Gazengel, O. Richoux, P. Rouquier Characterization of a Loudspeaker Free Field Radiation by Laser Doppler Velocimetry	447
<i>Auditory Quality of Systems</i>	
G. Lemaitre, P. Susini, S. Winsberg, S. McAdams, B. Letinturier The Sound Quality of Car Horns: A Psychoacoustical Study of Timbre	457
<i>Technical and Applied Papers</i>	
E. Geissner, E. Parizet Continuous Assessment of the Unpleasantness of a Sound	469
A. Schiavi, A. Pavoni Belli, M. Corallo, F. Russo Acoustical Performance Characterization of Resilient Materials Used under Floating Floors in Dwellings	477
M.-C. Chiu, T.-S. Lan Noise Source Identification in Sound Field by Using Simulated Annealing	486
<i>Short Communication</i>	
T. Herzke, V. Hohmann Improved Numerical Methods for Gammatone Filterbank Analysis and Synthesis	498
<i>European Acoustics Association News</i>	501
<i>Book Reviews</i>	501
<i>Doctoral Thesis Abstracts</i>	502
<i>Upcoming Events</i>	503
<i>Instructions for Authors</i>	504
<i>Editorial Board</i>	505

Akustické listy: ročník 13, číslo 2 červen 2007

ISSN: 1212-4702

Vydavatel: Česká akustická společnost, Technická 2, 166 27 Praha 6

Vytisklo: Nakladatelství ČVUT, výroba

Počet stran: 16

Počet výtisků: 200

Redakční rada: M. Brothánek, O. Jiříček, J. Kozák, R. Čmejla, F. Kadlec, J. Štěpánek, P. Urban, J. Burčík

Jazyková úprava: R. Svobodová

© ČsAS

Uzávěrka příštího čísla Akustických listů je 31. srpna 2007.

NEPRODEJNÉ!