

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

M. Maximov; J. Šumichin
Radiotelemetrie

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 1 (1956), No. 5-6, 598--601

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/137356>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1956

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

2. zanedbává se vzájemné působení elektronů s tepelnými kmity atomové mřížky. Z theoretických prací Foka a Pekara se ukázalo, že oba tyto předpoklady dobře vyhovují, pokud se aplikují na dielektrika, ale v aplikacích na polovodiče jsou v současné době nepřijatelné.

Propracovávání této teorie by se mělo soustředit hlavně

- A. na metody řešení úloh s více elektrony,
- B. na rozšíření teorie elektronů v periodickém poli a na vypracování přibližných method v teorii polaronu,
- C. na obecnou teorii polaronu, na určení tak zvané polaronové zony a na zkoumání jevů v polovodičích, je-li rychlost polaronu rovna rychlosti zvuku,
- D. na rozšíření teorie excitonu a kvasicástic.

b) Stavby poruchových center elektronů:

Propracovávání by se mělo soustředit hlavně na

- A. rozvíjení teorie částic o velkých poloměrech a na formulaci rovnic jejich pohybu v krystalu, na poruchová centra atd.,
- B. na excitované a ionisované stavy center vlivem nárazu nosičů proudu, excitonu, korpuskulárního a světelného záření,
- C. na rozšíření teorie resonance spinu elektronu v lokálních poruchových centrech.

Jiří Kodeš.

RADIOTELEMETRIE

Radiotelemetrie je odvětví radiotechniky, zabývající se měřením různých technických, fyzikálních a jiných veličin na dálku pomocí radiových vln. V poslední době se method měření různých veličin na dálku pomocí radiových vln stále více používá. Výhodou těchto method je, že na kontrolovaném objektu se umístí pouze přenosné měřicí zařízení a ostatní objemná a těžkopádná aparatura je trvale instalována na kontrolním stanovišti.

Při měření na dálku se měřené veličiny přemění na elektrické signály, které se radiem přenášejí do registračního zařízení. Přístroje a zařízení, jejichž pomocí se přenášejí výsledky měření, tvoří radiotelemetrickou soustavu. Základem každé radiotelemetrické soustavy je vysílací a přijímací zařízení.

Měřené veličiny se pomocí čidel přemění v elektrické signály, které procházejí šifrovacím zařízením. Měří-li se současně několik veličin, vzniká v šifrovacím zařízení stejný počet vzájemně odlišných napětí, při čemž každé vyjadřuje charakter jedné měřené veličiny. Rozlišovacím parametrem jednotlivých napětí může být na příklad frekvence sinusových kmitů, délka impulsů atd. Napětí získaná v šifrovacím zařízení moduluje signál vysílače radiových vln. V přijímacím zařízení na kontrolním stanovišti prochází zachycený signál dešifrovacím zařízením. Úkolem dešifrovacího zařízení je oddělit složky signálu, příslušné jednotlivým měřeným veličinám. Každý dílčí signál se vede kanálem do registračního zařízení pro zápis nebo pro vizuální pozorování.

Aby bylo možno uskutečnit současně přenos několika různorodých signálů na téže nosné frekvenci, je nutno použít radiových linek s více kanály. V praxi se používá linek s kanály oddělenými frekvenčně nebo časově.

Při frekvenčním oddělení kanálů se měřené veličiny mění v elektrické signály různých frekvencí, nazývaných zdvihové frekvence. Napětími, která vznikají

v čidlech, se moduluje amplituda, fáze nebo frekvence signálů na zdvihové frekvenci. Modulované signály se spolu skládají a moduluji signál vysílače. Údaje o jednotlivých měřených veličinách se přenášejí současně různými kanály. Oddělení signálů v přijímacím zařízení se děje pomocí filtrů, naladěných na jednotlivé zdvihové frekvence.

V soustavách s kanály oddělenými časově se čidla, modulujiaci vysílací zařízení, zapojují k vysílači postupně, to jest v každém okamžiku se radiokanálem přenáší pouze signál jedné z měřených veličin. Postupné připojování čidel k vysílači se provádí pomocí komutátorů. Používá se buď jednoduchých kartáčových komutátorů, elektronických komutátorů s impulsním zařízením, nebo přístrojů s elektronovými paprsky atd. Oddělení signálů v přijímacím zařízení se provádí komutátorem, pracujícím synchronně s komutátorem vysílacího zařízení. Synchronizační signály, kvalitativně odlišné od signálů měřených veličin, se vysílají společně s nimi.

Radiotelemetrických soustav s frekvenčním oddělením kanálů je možno použít pro přenos výsledků měření šesti až deseti veličin. Nedokonalost přijímacích filtrů působí při větším počtu měřených veličin zesílení vzájemného rušení. Výhodou soustavy s frekvenčním oddělením kanálů je snadno uskutečnitelný přenos rychle se měnících veličin. Avšak s ohledem na přípustný počet měřených veličin jsou vhodnější soustavy s časovým oddělením kanálů. Při použití této soustavy je však třeba, aby se měřená veličina během doby, která uplyne, než je čidlo opět připojeno k vysílači, podstatně neměnila.

Čidlo slouží k přeměně měřené veličiny na odpovídající elektrický signál. Stává z citlivého elementu, reagujícího na měřenou neelektrickou veličinu, a zařízení, měnícího tuto veličinu v elektrické napětí nebo proud. Konstrukce a typ čidla jsou určeny charakterem měřené veličiny.

Velmi je rozšířeno potenciometrické čidlo, které mění posuvný nebo rotační mechanický pohyb ve stejnosměrné nebo střídavé elektrické napětí. Potenciometrické čidlo je v podstatě potenciometr, připojený ke zdroji stejnosměrného nebo střídavého napětí. Jezdec potenciometru je spojen s osou, jejíž rotační pohyb se indikuje. Napětí snímané na jezdcí je úměrné úhlu pootočené osy.

Používá se také induktivních a kapacitních čidel, jejichž indukčnost nebo kapacita se mění působením měřených veličin.

Pro měření deformací a vibrací se používá tak zvaných tensometrických čidel. Citlivým elementem je konstantanový drát o průměru několika mikronů, upevněný na tenké destičce, která se přilepí na kontrolovanou součást. Při deformacích této součásti se mění délka a tím i odpor drátu. Tensometrické čidlo je obvykle součástí stejnosměrného nebo střídavého můstku. Při změně odporu drátku se poruší rovnováha můstku.

Jako čidel se dále používá bimetálů, piezoelektrických destiček, fotočlánků atd.

Na kontrolním stanovišti se výsledky měření registrují pomocí různých přístrojů, sloužících buď pro vizuální pozorování nebo pro zápis. Pro dokumentační zachycení výsledků měření se používá fotografického záznamu, snímaného se stínítkem katodových oscilografů na filmový pás, magnetického zápisu na pás, fotografického zápisu pomocí smyčkového oscilografu atd. Někdy se pro větší spolehlivost zápisu používá současně několika způsobů záznamu.

Kromě signálů měřených veličin je nutno v každé radiotelemetrické soustavě vysílat tak zvaný kontrolní signál, potřebný pro dešifrování zápisu výsledků měření. Kontrolní signál je v podstatě napětí neměnné velikosti; vysílá se z měřeného objektu nepřetržitě. Na základě měření výšek impulsů jednotlivých mě-

řených veličin a kontrolního signálu se určují napětí příslušných čidel na straně vysílače. Podle známého napětí čidel se pak určí údaje o jednotlivých měřených veličinách. Aby bylo možno na straně přijímače sledovat časový průběh kontrolovaných procesů, vysílají se časové záznamy.

Na obraze je blokové schema radiotelemetrické soustavy o N kanálech s časovým oddělením kanálů. Generátor počátečních impulsů vyrábí krátkodobé impulsy, kterými se spouští multivibrátor pro výrobu impulsů prvního kanálu. Multivibrátor je impulsní zařízení, které se spouští krátkými vnějšími impulsy a vyrábí impuls velké délky, závisící na velikosti řídicího napětí, přiváděného na multivibrátor. Řídicí napětí se přivádí z výstupu čidla téhož kanálu, k němuž náleží multivibrátor. Na příklad při změně řídicího napětí od 0 do 5 V se změní doba trvání impulsu vysílaného multivibrátorem od 50 do 200 mikrosekund. Protože napětí na výstupu čidla je úměrně hodnotě měřené veličiny, je jí úměrná i délka impulsu multivibrátoru.

Impuls multivibrátoru prvního kanálu prochází derivačním obvodem, z něhož vychází krátkodobý impuls, odpovídající zadnímu čelu impulsu multivibrátoru. V důsledku toho je časový interval mezi krátkodobým počátečním impulsem a impulsem na výstupu derivačního obvodu úměrný hodnotě měřené veličiny prvního kanálu.

Multivibrátor druhého kanálu se spouští impulsem z výstupu derivačního obvodu prvního kanálu. Další průběh pochodu je obdobný jako u prvního kanálu. Na výstupu derivačního obvodu druhého kanálu dostaneme opět krátkodobý impuls, při čemž časový interval mezi impulsy na výstupech derivačních obvodů prvního a druhého kanálu jednoznačně určuje měřenou veličinu druhého kanálu. Popsaný postup se opakuje u všech dalších kanálů, až je spuštěn multivibrátor poslední N -tého kanálu (tato zařízení mívají 20 a více kanálů). Pak se činnost zařízení přerušuje, dokud nezačal znovu pracovat generátor počátečních impulsů.

Takto získané impulsy se skládají do výsledné posloupnosti a používají se k impulsní modulaci vysokofrekvenčního vysílače. K výrobě a vysílání kontrolních signálů slouží kalibrátor.

Interval mezi posledním měřicím impulsem jedné skupiny a počátečním impulsem následující skupiny je značně větší (cca 600 a více mikrosekund) než časový interval mezi impulsy jednotlivých kanálů. Této okolnosti se využívá k oddělení kanálů na přijímací straně. Na výstupu přijímače dostaneme skupinu impulsů, podobných impulsům vystupujícím ze směšovače impulsů na vysílací straně. Tyto impulsy jdou do oddělovače synchronizačních impulsů a do každého ze selektorů jednotlivých kanálů.

V oddělovači synchronizačních impulsů je kondensátor, který se v okamžicích mezi impulsy, přicházejícími z výstupu přijímače, nabíjí zdrojem stejnosměrného napětí, a v okamžiku průchodu impulsem se úplně vybíjí. Jak známo, je velikost napětí, na které se kondensátor nabije, úměrná době po kterou je napětí na kondensátor přiloženo. V uvažované soustavě je nejdelší interval mezi měřicími impulsy dvou sousedních kanálů roven asi 200 mikrosekundám, zatím co interval mezi posledním impulsem jedné serie a prvním impulsem následující serie je nejméně 600 mikrosekund. V důsledku toho se kondensátor za tuto dobu nabije na značně vyšší napětí, než za dobu mezi měřicími impulsy sousedních kanálů. Kladné trojúhelníkové impulsy, snímané na výstupu kondensátoru, působí na omezovač amplitudy. Při otevření elektronky, která je spojena s kondensátorem, vznikne v jejím anodovém obvodu impuls, jehož derivováním a omezením vznikne impuls synchronizační.

Základem každého kanálového selektoru je spoušť, to jest impulsní zařízení s dvěma stabilními rovnovážnými stavy. Spoušť prvního kanálu se uvádí v činnost synchronizačním impulsem a zastavuje se v okamžiku příchodu prvního měřicího impulsu z výstupu přijímače. Další impulsy na spoušť nepůsobí, protože přicházejí již po otevřené elektronce.

Na výstupu selektoru prvního kanálu dostaneme impulsy, jejichž délka je úměrná hodnotě měřené veličiny.

Synchronizačním impulsem spouště druhého kanálu je krátkodobý impuls, vznikající v okamžiku ukončení výstupního impulsu selektoru prvního kanálu. Na výstupu druhého kanálu se proto objeví impuls, jehož délka je úměrná měřené veličině druhého kanálu. Selektce měřicích impulsů ostatních kanálů se provádí podobně.

V měřicím zařízení každého kanálu se také odděluje stejnosměrná složka napětí impulsů, která je rovněž úměrná hodnotě měřené veličiny. Stejnosměrná složka se měří ručkovými přístroji.

Radiotelemetrie se neustále rozvíjí, zdokonaluje a nachází stále nové oblasti praktického použití. Zdokonalení radiotelemetrických soustav povede jistě k dalšímu rozšíření radiotelemetrických method do různých odvětví národního hospodářství.

(Podle článku M. Maximova a J. Šumichina, *Radiotelemetrija*, Radio, 1956, č. 3.)

Marta Kubíková

SUPRAVODIVOST

Roku 1908 se podařilo Kammerlingu Onnesovi po prvé získat malé množství kapalného helia ve formě bezbarvé tekutiny. Helium kapalné za atmosférického tlaku při $4,2^{\circ}$ K. Snížili-li se tlak par nad kapalinou odčerpáváním, je možno dosáhnout dokonce teploty 1° K. Tento objev umožnil zkoumat vlastnosti látek při teplotách v těsné blízkosti absolutní nuly.

Kromě jiných problémů se Onnes zabýval též výzkumem elektrického odporu kovů. V této otázce nebylo v té době ještě uspokojivých výsledků. První Onnesovy pokusy se zlatem a platinou ukázaly, že při teplotách blízkých absolutní nule nenastává nic mimořádného. Elektrický odpor se v mezích od $4,2$ do 2° K s teplotou téměř neměnil (*obr. 1*). Tento tak zvaný zbytkový odpor závisel na čistotě vzorku. Čím více obsahoval vzorek příměsí, tím vyšší byl zbytkový odpor. Zdálo se, že pokud je možno získat nějaké zajímavé výsledky, tedy jen při pokusech s naprosto čistými kovy. Největší čistoty bylo možno v té době dosáhnout u rtuti. Proto začal Onnes provádět pokusy s čistou rtutí.

Již první pokus vedl k nečekanému výsledku. Při ochlazení vzorku pod $4,2^{\circ}$ K ztratil tento náhle elektrický odpor (*obr. 2*). Tento jev nastával i u znečištěného rtuťového vzorku. Kammerling Onnes nazval stav kovu, při němž je elektrický odpor roven nule, supravodivým.

Posléze byla objevena supravodivost olova, cínu a thalia (*obr. 3*). U všech těchto kovů nastával supravodivý stav skokem při určité teplotě, charakteristické pro daný kov. Je to tak zvaná kritická teplota. Na př. kritická teplota olova je $7,22^{\circ}$ K, cínu $3,73^{\circ}$ K, thalia $2,38^{\circ}$ K.

Zůstávalo zatím nejasné, zda je odpor kovu v supravodivém stavu skutečně nulový,