

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

L. Kučerov

Rakety řízené radiem

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 1 (1956), No. 1, 84--88

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/137256>

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>

následujícího rozděleného slova 25, bere se pro slovo s kodem 151 anglický ekvivalent II; v opačném případě se bere anglický ekvivalent I. V obou případech se pořadí slov zachovává.

6. Roztřídění. Je-li první kod příslušného slova —, bere se pro toto slovo anglický ekvivalent I a dodrží se pořadí slov vzhledem k předešlému slovu.

Užití těchto pravidel vede v uvažovaném případě k anglické frázi „Magnitude of angle is determined by the relation of length of arc to radius“.

Použití těchto pravidel umožňuje přeložit z ruštiny do angličtiny rčení dostatečně jednoduché-skladby. Pro překlad složitějšího textu je potřeba kolem sta pravidel takového charakteru. Jsou oprávněné obavy, že objem programu bude v takovém případě příliš veliký (program, použitý v popisované demonstraci, obsahoval 2400 povelů). To samozřejmě velmi zpomaluje práci stroje. Na druhé straně není pro strojový překlad nutné složité aritmetické zařízení elektronických počítacích strojů. V souvislosti s tím je tedy potřeba vytvořit automatické stroje, přizpůsobené spíše pro potřeby překládání než k provádění početních úkonů. Tyto stroje musí mít velký objem „paměti“, musí rychle působit a musí vykonávat základní logické operace. Aritmetické zařízení těchto strojů může být zcela prosté. Kromě toho je potřeba dosáhnout, aby stroj „četl“ automaticky text, napsaný na papíře.

Perspektivy použití automatických strojů k překládání jsou veliké. Značně se jimi urychlí a zvětší vydávání přeložené vědecké literatury. Než však bude možno takto překládat běžně, je potřeba vyřešit výše nadhozené problémy.

Zpracováno podle článku prof. A. A. Ljapunova a O. S. Kulagina (*Matémat. institut V. A. Stěklova AN SSSR*) z čas. „*Priroda*“, č. 8, 1955, str. 83—85.

Stanislav Kubík

Kand. techn. věd I. KUČEROV

RAKETY ŘÍZENÉ RADIEM РАДИОУПРАВЛЯЕМЫЕ РАКЕТЫ

(*Radio*, 1955, č. 8, str. 50—53.)

Radiem se dnes řídí na dálku práce různých mechanismů, automobily, tanky, letadla, lodi. Pomocí radia řídíme i lety výškových raket, určených pro výzkum fyzikálního stavu atmosféry a vlastností ionosféry, výzkum kosmických paprsků ve velkých výškách, výzkum záření Slunce. Řízení radiem bude zvláště důležité v budoucnosti, kdy se stanou možnými meziplanetární lety. Myšlenka vytvoření rakety řízené radiem a schopné doletět až na Měsíc je stále reálnější.

Problémem meziplanetárního letu se zabývají mnohé vědecké práce. Mezi nimi význačnou úlohu mají práce zakladatele astronautiky, velkého učence K. E. Ciolkovského.¹⁾ On první na světě, před více jak padesáti lety, vědecky zdůvodnil možnost meziplanetárního letu a ukázal technické prostředky jeho uskutečně-

1) O životě a díle K. E. Ciolkovského viz Z. d. Pírko, K. E. Ciolkovskij, »SOV. VĚDA — mat. fys. astr.«, sv. IV (1954), č. 2, 3, 4, 5. — *Pozn. překl.*

ní. Ukázal zejména, že pro kosmické lety může být použita raketa s kapalinovým raketovým motorem (s motorem na kapalinové pohonné látky). Takový motor má velký tah a může pracovat i v bezvzdušném prostoru, raketa s takovým motorem může proto překonat zemskou gravitaci i odpor atmosféry, odpoutat se od Země a vyvinout obrovskou rychlost. Není pochyb, že prvním letem na Měsíc bude let »výzvědné« rakety bez lidí, která, bude-li vyzbrojena odpovídající radiotelemetrickou aparaturou, nám umožní vyzkoumat neprobádanou »cestu« na Měsíc a bude hlásit neustále radiem všechny údaje přístrojů a stav práce agregátů rakety. Předáním (radiem) odpovídajícího příkazu bude možné řídit let rakety. Neocenitelnou službu prokáže badatelům televizní vysílač v raketě, jehož pomocí bude možno na Zemi na stínítku televizoru pozorovat obraz měsíčního povrchu.

Problém meziplanetárního letu s posádkou na Měsíc s návratem na Zemi je složitější. Jen pro let bez přistání přímo se Země na Měsíc by raketa s kapalinovým raketovým motorem vážila až 1 milion tun a měla výšku až 400 m. Je jasné, že postavit takovou raketu je dnes ještě skoro nemožné. Tuto otázku bude možno řešit až s použitím raketových motorů, využívajících energii atomového jádra.

—Jednodušším řešením této úlohy je vybudování meziplanetární přestupní stanice. Tato stanice bude vlastně umělou družicí Země, obíhající ve výšce několika set kilometrů. K usnadnění letu mohou být vytvořeny dvě přestupní stanice, jedna jako družice Země, druhá jako družice Měsíce. Myšlenka meziplanetárních přestupních stanic náleží rovněž K. E. Ciolkovskému.

Řízení letu raket, určených k vytvoření umělé družice, a přeprava nutných nákladů na družici jsou velmi složité. Raketu je totiž nutno řídit do určitého bodu, ve kterém se má setkat s družicí. K řízení takových raket se Země bude zřejmě potřebovat na Zemi nejen stanice pro řízení rakety, ale i složité počítačové stroje, zajišťující vypracování potřebných navigačních údajů. Bude možno také použít samočinného zaměřování rakety na družici, pohybující se velkou rychlostí (asi 30 000 km/hod.).

Při přistávání na Měsíci musí motory rakety brzdit a proto raketa, když přejde hranici mezi zemskou a měsíční přitažlivostí, se otočí motory dopředu (ve směru letu). Doba letu rakety na Měsíc by byla 5 dní.

Vysílací radiová stanice na družici Země posílá směrové signály na raketu. Příjímací a odpovídající stanice je namontována na raketě a vysílá signály zpět na meziplanetární stanici. To umožňuje přesně určit místo a rychlost rakety.

Speciální počítačové stroje uložené na meziplanetární stanici vyčíslují nutné navigační údaje. Jestliže z nějakých příčin raketa nemůže pokračovat v letu, vyšlou se radiem potřebné signály, určující zpáteční cestu rakety.

Pro vojenské účely se rakety a střely řízené radiem stavěly již na konci druhé světové války.

Podle místa startu rozeznáváme pozemní a letecké řízení střely. První se odpalují z pozemních a lodních startovacích zařízení. K nim patří i dálkové rakety, letadla-střely a zenitové reaktivní řízené střely. Letecké řízené rakety se vypouštějí z letadel. K nim patří řízené bomby, řízená vzdušná torpeda, letecké střely-letadla a střely pro vzdušný boj. Těch se používá pro střelbu z letadla na letadlo.

Jaké jsou zvláštnosti řídicího systému pro řízení takových střel radiem. Řízení střel může být autonomní, řízení samočinně se zaměřující a řízení na dálku. K posledním patří také systém automatisovaného dálkového řízení. Autonomní systém řízení samostatně během celého letu řídí pohyb (dráhu) střely podle určeného

programu, stanoveného operátorem před vypuštěním střely. Samočinný systém samostatně určuje správný směr letu a dává odpovídající příkazy do řídicích orgánů. Při řízení na dálku se řídicí signály dávají operátorem z místa řízení a přijímají se přijímačem zamontovaným v střele. Radiotechnické metody řízení našly široké použití v obou těchto systémech.

Každé zařízení dálkového řízení sestává z bloku i vysilače v místě řízení a přijímače i dešifrovacího výkonného bloku střely. Přijímače mohou být superhety a přijímače přímo zesilující. Radiové řídicí signály se vysílají na centimetrových, decimetrových i na ultrakrátkých (metrovných) vlnách. Velicímu signálu se udílí pomoci modulátoru (šifrátoru) určité vlastnosti (šifrou), které umožňují rozlišit jeden příkaz od druhého.

Příkazy vyslané z místa řízení se zesilují v přijímači a potom přicházejí do demodulátoru (dešifrátoru). Demodulované signály řídí činnost výkonných obvodů přívodů řídicích orgánů. Pro převod může být využito elektromotorů, hydro- a pneumotorů a elektromagnetů. Signály příkazů po dešifrátoru je možno zesilovat pomocí reléových zesilovačů, elektronových zesilovačů, pneuzesilovačů, zesilovačů magnetických atd.

Rozlišování řídicích příkazů má název selekce a uskutečňuje se na místě příjmu speciálním selektorovým mechanismem. Prakticky se užívá rozdělovací, kvalitativní, kodové a kombinované selekce.

Nejjednodušší je rozdělovací selekce. Příkazy jsou tu postupně vysílány impulsy. Každý impuls přijatý na raketě vyvolá zapojení elektromagnetů, který pomocí západky otáčí o určitý úhel rohatku. Podle množství impulsů se rohatka otáčí o větší či menší úhel. Při tom centrální zařízení nasazené na společnou hřídel s rohatkou zapíná odpovídající výkonné obvody.

Při kvalitativní selekci signál jednoho příkazu se liší od druhého polárností (kladný nebo záporný znak), fází, kmitočtem i množstvím impulsů, dobou trvání nebo amplitudami. Avšak prakticky je účelné využít pro rozdíly dob signálů (délka a množství signálů) nebo kmitočtu nebo číselné množství signálů.

Při kodové selekci se vysílá několik vzájemně rozdílných impulsů, při čemž impulsy jako celek mají určitý sled. Kodování signálů dává možnost získat systémem stabilní vůči přirozeným i umělým poruchám.

Kombinovaná selekce dává nejlepší ochranu proti poruchám, protože příkaz vykonávaný mechanismy se vyplňuje jen při současném chodu dvou—tří elementů selektorového zařízení. Avšak systém řízení na dálku, v kterém se využívá kodové a kombinované selekce, je složitější než systém řízení s rozdělovací či kvalitativní selekcí.

Nejjednodušší methodou zamíření střely řízené na dálku je metoda, která spočívá v takovém řízení střely, aby se tato během celé doby letu nacházela stále na přímce spojující místo řízení a cíl. Vychýlení střely od této přímky nazýváme chybou zaměření.

Chybu zaměření určuje na místě řízení operátor, který pozoruje cíl i let střely. Pozorování může být na př. visuální; to však je možné jen při dobré viditelnosti cíle a střely, což vylučuje možnost využití střel v noci, v oblacích, v mlze atd. Zlepšit visuální pozorování za podmínek špatné viditelnosti je možné zamontováním stopovky nebo silné lampy do střely. Střelu je možno sledovat též radiolokačně. V takovém případě se střela obvykle opatřuje radiolokačním přístrojem, který umožňuje rozlišit snadno polohu střely na stínítku radiolokátoru.

Při řízení na dálku s televizorem namontuje se na střelu vysílací katodová

trubice a televizní radiový vysílač. Kathodová trubice je v přední části střely a na jejím stínítku (mosaice) bude se odrážet obraz místa nacházejícího se před střelou. Na místě řízení je televizor. Operatér, pozorující obraz na stínítku televizoru, oceňuje chybu zamíření. Vysílání příkazu na střelu se děje stejně jako v předcházejících systémech radiem. Řízení na dálku s televizorem zajišťuje velkou přesnost zamíření střely. Ovšem tento systém řízení je složitější a má větší rozměry.

Některé typy střel (na př. dálkové rakety, letadla-střely) se zaměřují na cíl pomocí úzkého elektromagnetického svazku paprsků. Paprsek prokládá cestu letu střely, směr paprsku se zadává z místa řízení střely.

Velmi zajímavé s hlediska radiotechniky jsou systémy automatisovaného řízení, jimiž se střely řídí přímo. Pro korigování dráhy dálkové rakety se používá na př. tak zvaný systém »vedoucího paprsku«.

Zařízení místa řízení takového systému sestává ze dvou radiolokačních stanic, vzdálených od sebe 20—30 km. Jedna z těchto stanic je kontrolní, druhá řídicí s radiovým vysílacím zařízením se dvěma antenami. Vysílací stanice, místo startu rakety a kontrolní stanice jsou v jedné rovině, v rovině dráhy rakety. Vysílač pracuje na jednom z pracovních kmitočtů v rozmezí od 42—64 MHz a má výstupní výkon 4 kW.

Řídicí aparatura na raketě sestává z anteny, umístěné v zadní části superheteového přijímače, naladěného na jeden z 10 možných pracovních kmitočtů vysílače, dvou rezonančních filtrů; jeden z nich propouští signály modulované kmitočtem 5000 Hz a druhý 7000 Hz zesilovače a převodů kormidel rakety.

Prostřednictvím speciálního přepínače ve vysílací řídicí stanice se zapíná postupně na 0,01 sec. nejprve jedna antena (na př. levá), vysílající signály, které se moduluje s kmitočtem 5000 Hz a na 0,1 sec. druhá (pravá), vysílající signály s kmitočtem modulace 7000 Hz. Osy diagramu vysílání každé anteny jsou rozloženy pod úhlem $0,4^\circ$ k rovině dráhy rakety.

Jestliže raketa letí správným kursem (nachází se v rovině kursu) amplitudy řídicích signálů budou stejné a sumární příkaz dávaný na převody kormidla bude roven nule. Předpokládejme, že raketa se vychýlila od daného kursu nalevo; pak amplituda řídicího signálu odpovídající kmitočtu 5000 Hz bude větší, než amplituda signálu odpovídajícímu 7000 Hz. Výsledný signál na převod kormidla se bude lišit od nuly, kormidlo se odkloní a tím vrátí raketu do roviny kursu. Jakmile raketa se vrátí do této roviny, výsledný signál podávaný na kormidlo se znovu bude rovnat nule, a kormidlo zaujme neutrální polohu. Stejně se střela vrátí do své dráhy při vychýlení na druhou stranu.

Trochu jiný je systém automatisovaného řízení zenitových střel.

Složitost střelby po letadlu tkví v tom, že střela je namířena ne tam, kde je v daný okamžik cíl, ale do jistého předstihujícího bodu, v kterém má zasáhnout letadlo. Proto se do systému řízení zapojují dva lokátory: jeden zajišťuje sledování cíle a měření vzdálenosti od cíle, druhý vytváří radiové pásmo pro míření střely na cíl. Tyto údaje o poloze cíle přijdou z radiolokátoru do speciálních počítačích strojů, které vyčíslují tak zvaný úhel předstihu a podle tohoto úhlu dávají příkazy na převod zaměřovacího radiolokátoru tak, aby paprsek byl usměrněn v předstihový bod. Jak se přibližují střela a cíl, přibližují se i oba paprsky.

Pro samočinné zamíření na cíl musí mít střela především přístroje určující polohu cíle vzhledem ke střele. Příslušné ústrojí se obvykle nazývá koordinátorem cíle. Radiolokační koordinátor cíle sestává ze směrové anteny, nejčastěji para-

bolické nebo tyčové, z radiolokačního přijímače superhetového typu s automatickým seřizováním kmitočtu a z přístrojů pro rozdělování signálů přijímaných od cíle odpovídajícím řízením.

Koordinátor cíle se namontuje v přední části střely. Řídící signál bude záviset na úhlu mezi osou koordinátoru a přímkou střela—cíl. Tyto signály se zesilují a řídí práci převodů kormidel. Vychýlení kormidel střely vyvolá změnu její dráhy.

Systémy samočinného zaměření, které využívají vlastního radiového záření cíle, se jmenují pasivními. K takovým samovyzařujícím cílům patří radiolokační stanice pro různé účely, radiové majáky letišť, místa řízení zenitových střel a p. Akční radius takovýchto systémů závisí na meteorologických podmínkách a na výkonu záření objektu.

Existují i jiné systémy samočinného zaměření. Ozáření cíle v těchto případech se děje buď z letadla - nositele, nebo přímo ze střely samé. V prvním případě se radiolokační systémy nazývají poloaktivní, v druhém aktivní. Střely s aktivním systémem samočinného zaměření obsahují kromě radiolokačního přijímače radiolokační vysílače, při čemž pro vysílání signálů a jejich příjem se může použít jednoho a téhož antenního zařízení. Obvykle se pro práci v těchto systémech používá centimetrových vln. Akční radius těchto systémů závisí též na meteorologických podmínkách a na výkonu vysílače, a může dosáhnout několika desítek kilometrů.

Radiolokační systémy samočinného zaměření jsou vystaveny účinkům umělých radiových poruch. Proto v těchto systémech se užívá speciálních method kodování signálů, což může učinit systém dostatečně stabilní proti poruchám.

Aparatura řízení raket bez pilotů musí mít malé rozměry. V budoucnosti se tedy široce uplatní přístroje s polovodičovými schématy.

Přeložila Libuše Žižková