

Vážení zákazníci,

dovolujeme si Vás upozornit, že na tuto ukázkou knihy se vztahují autorská práva, tzv. copyright.

To znamená, že ukáзка má sloužit výhradně pro osobní potřebu potenciálního kupujícího (aby čtenář viděl, jakým způsobem je titul zpracován a mohl se také podle tohoto, jako jednoho z parametrů, rozhodnout, zda titul koupí či ne).

Z toho vyplývá, že není dovoleno tuto ukázkou jakýmkoliv způsobem dále šířit, veřejně či neveřejně např. umístováním na datová média, na jiné internetové stránky (ani prostřednictvím odkazů) apod.

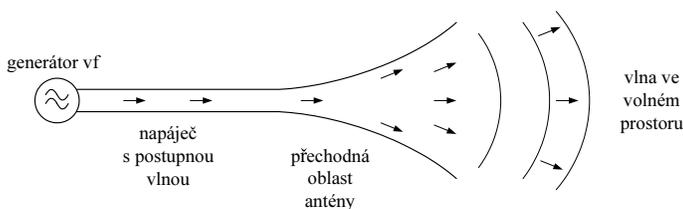
redakce nakladatelství BEN – technická literatura
redakce@ben.cz



A

anténa, zařízení spojené s oblastí přechodu mezi elmag. vlněním šířícím se podél vedení napájecího (napáječe) a elmag. vlněním ve volném prostoru nebo naopak, jde o určitý transformátor typu elmag. vlny. V případě vysílacím \uparrow a. vysílací přejímá energii z napájecího vedení a vysílá ji do prostoru, v případě přijímacím \uparrow a. přijímací sbírá energii z přicházející vlny a předává ji dále podél vedení (obr. 1). V zásadě může každá anténa vysílat nebo přijímat – \uparrow princip reciprocity. Byla vyvinuta celá řada různých druhů antén počínaje jednoduchou \uparrow a. dipólovou nebo \uparrow a. monopólovou (unipólovou) až k velmi složitým konstrukcím, jako jsou např. \uparrow řady anténní fázované. V technické praxi se používají různé druhy antén, které se navzájem liší a můžeme je třídit a seskupovat podle různých hledisek, např. podle typů nebo metod návrhu (antény: \uparrow a. smyčková, mikropásková, šterbinová, trychtýřová, s unikající (vytékající) vlnou, s povrchovou vlnou, aj.), podle druhu použití (antény: \uparrow a. pro VKV a UKV komunikaci, TV a FM vysílací), důležitý je \uparrow přenos výkonu.

Pokud jde o samotné slovo *anténa*, lze jeho vznik hledat daleko v minulosti před vznikem rádiové komunikace a to ve starořeckých dobách. Ve skutečnosti slovo *anténa* je odvozeno od klasického latinského slova *antenna*, které údajně pochází od řeckého slova $\tau\epsilon\iota\nu\omega$ = rozpráhnutí. V latinském světě bylo slovo anténa původně spojeno s částí námořní lodi, něco jako příčné dřevěné ráhno na vertikálním stožáru nebo později jako vertikální stožár samotný později i kovový. V prvních dobách historie radiokomunikace bylo na místo slova *anténa* užíváno v anglosaském světě slovo *aerial*, (které najdeme i nyní v některé starší anglické literatuře), které označovalo systém vertikálních drátů, vodičů. Zdá se, že poprvé byl termín *anténa* použit G. Marconim v roce 1909 /1, 2/.



anténa – obr. 1

Lit.: /1/ G. Marconi, The Most Recent Developments of Wireless telegraph, De Ingenieur, 22, květen 1909, str. 431–439.

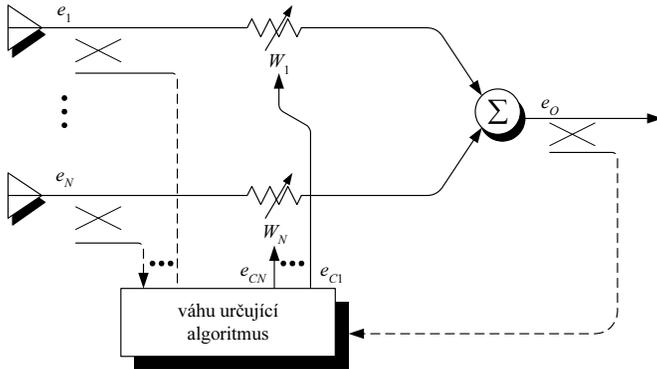
/2/ G. Pelosi aj. Antennae, IEEE Antennas and Propag. Magazin, sv. 42, č. 1, únor 2000.

Vl. Caha-M. Procházka, Antény, SNTL, Praha, 1956.

J. Prokop-J. Vokurka, Šíření elektromagnetických vln a antény, SNTL-ALFA, Praha, 1980.

anténa adaptivní, anténní systém, který obsahuje obvodové prvky spojené s vyzářujícími prvky tak, že jedna nebo více vlastností antén jsou řízeny přijímaným signálem. **A. a.** se používají zejména pro příjem signálů ze žádaných zdrojů a potlačují signály přicházející z nežádoucích nebo rušivých zdrojů. Základní schéma uspořádání je na obr. 1 a sestává

z antén (též anténní řady) s N výstupy ($N > 1$, $e_1 \dots e_N$), N komplexních vah ($W_1 \dots W_N$), které hodnotí signály přijaté jednotlivými anténními prvky a určují jejich směrovou odezvu na přicházející signály, dále součtový obvod signálů a váhový algoritmus. Komplexní váha, obecně, zeslabuje amplitudy a mění fázi procházejících signálů. Předpokládá se, že má kmitočtově nezávislou přenosovou funkci. Součtový obvod je často tvořen strovným uspořádáním čtyřbranných T-členů. Váhový algoritmus užívá předem určené nebo změněné informace (nebo obou) a určuje komplexní váhu. Existují dva základní algoritmy Applebaum-Howellův a Widrowův.



anténa adaptivní – obr. 1

Lit.: S. P. Applebaum, Adaptive Arrays, Rep. SPL TR 66-1, Syracuse University R. Corp. New York, září, 1966,

B. Widrow aj., Adaptive Antenna Systems, IEEE Proc., sv. 55, 1967, str. 2143–2159.

W. F. Gabriel, Adaptive Arrays an Introduction, IEEE Proc., sv. 64, únor 1976.

Tapan K. Sarkar, Michael C. Wicks, Magdalena Salazar–Palma, Robert J. Bonneau, Smart Antennas IEEE Press, John Wiley and Sons, Inc. Hoboken, New Jersey 2003.

anténa Adcockova, dvojice vertikálních antén vzdálených od sebe půl vlny nebo méně a spojených v protifázi tak, aby byl vytvořen \uparrow diagram záření mající tvar osmičky ve všech rovinách obsahujících střed obou antén. Viz ANTÉNA ZAMĚŘOVACÍ.

anténa aktivní, představuje integraci zesilujících elektronických stavebních prvků s anténou. Anténní prvek může být spojen buď s vysílačem nebo přijímačem nebo oběma. **A. a.** se vyskytuje zejména jako přijímací, kdy anténní prvek je velmi zmenšen (vůči vlnové délce) a úbytek indukovaného napětí z vnějšího elmag. pole je nahrazen ziskem zařazeného zesilovače. Kvalita příjmu takové antény se hodnotí hlavně podle poměru signál/šum. Jde o šum větší a šum zesilovače, pokud je velikost antény velmi malá (např. velmi zkrácený \uparrow monopól) je odstup signálu k šumu vnějšímu také malý a šum celé soustavy F_s závisí převážně na šumu zesilovače, antény a zesílení jednotlivých dílů.

$$F_s = F_A + (F_N - 1) / G_v + (F_p - 1) / G_v \cdot G_N,$$

kde F_A ... šumové číslo antény, F_N ... šumové číslo předzesilovače,

F_p ... šumové číslo přijímače, G_v ... elektronický zisk, G_N ... zisk předzesilovače.

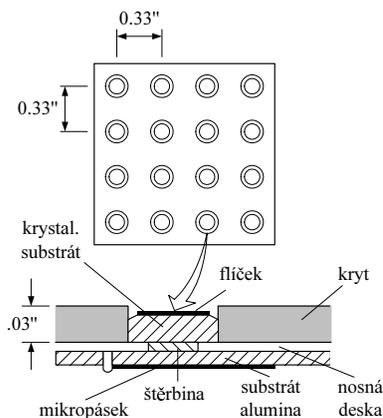
Pozn.: šumové číslo je třeba dosazovat jako šumovou teplotu kT_0 , kde k je Boltzmanova konstanta.

Sníží-li se výška monopólu na hodnotu kolem $\lambda/10$, klesá také \uparrow odpor záření monopólu přibližně podle vzorce $R_m = 10 l^2$, kde l je délka vodiče v radiánech. Reaktance (kapacitní) stoupá přibližně lineárně se zkracováním vodiče. Zisk **a. a.** je dán součinem elektronického zisku soustavy G_v a \uparrow směrovosti antény S_i , neboli $G_A = G_v \cdot S_i$. Pro krátké antény je směrovost $S_i = 1,5$ (1,8 dB) prakticky kmitočtově nezávislá. Elektronický zisk

$$G_v = P_2/P_1,$$

kde P_2 ... výstupní výkon na zatěžovacím odporu, P_1 ... přijímaný výkon pasivního anténního dílu. Elektronický zisk není vůbec závislý na \uparrow diagramu záření antény. **A. a.** se nyní používají jako stacionární i mobilní v kmitočtovém pásmu 100 Hz až 1000 MHz, případně jako antény zaměřovací. Je třeba připomenout, že pro elektricky \uparrow malé **a.** nemá často zařazení /1/ zesilovače, mimo zlepšení impedančního \uparrow přizpůsobení, velký vliv na šumové číslo. Význam má tehdy, je-li jeho vlastní šumové číslo (obvykle 1–5 dB) nižší než šum antény a zisk zesilovače je dosti vysoký (10 až 30 dB). Zařazení zesilovače může mít také neblahé důsledky ve vzniku intermodulačních jevů v prostředí, kde jsou silné středovlnné, KV nebo VKV vysílače. Tehdy je nutné zařazovat speciální filtry před zesilovače.

V poslední době se dostávají do popředí *aktivní integrované a. řady* a to zejména v oblasti radiolokačních systémů pracujících na mm vlnách (Ka pásmo). Jejich využití nacházejí zejména různé systémy s \uparrow anténami rozmítanými elektronicky. Integraci anténního prvku s elektronickými obvody představuje např. mikrovlnný modul realizovaný metodou MMIC (technologie mikrovlnných integrovaných obvodů) podle obr. 1, kde je naznačen jeden modul anténní fázované \uparrow řady spolu s detailem modulu s \uparrow **a.** mikropáskovou štěrbinovou /2/.



anténa aktivní – obr. 1

Lit.: /1/ R. A. Sinaiti, Active Antenna Performance Limitation, IEEE Trans. Antennas Propag., sv. AP-30, listopad 1982.

/2/ S. Sanzgiri a kol., A Hybrid Approach for Ka Band Subarray Modules, IEEE Trans. Antennas, Propag. sv. AP-43, 1995, č. 9. str. 953–959.

M. Procházka, Integrovaná soustava anténa vysílač, Sl. obzor sv. 35, č. 10, 1974.

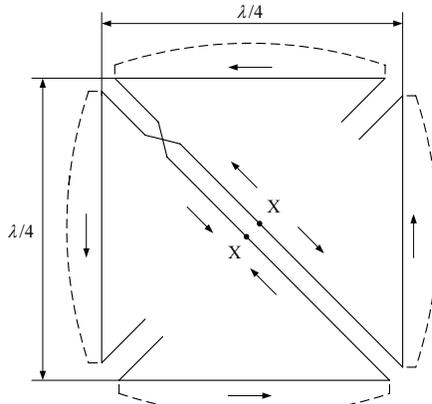
M. Procházka, Miniaturizace směrových přijímacích antén integrací elektronických obvodů, Sl. Obzor, č. 7, 1969, (viz též Periodic Receiving Broad Band Antenna Arrays, IEEE Trans. Antennas Propag., sv. AP-17 č. 3. 1969.).

M. Procházka, Aktivní integrované antény, Sděl. Tech. č. 3, 1973 str. 97–98.

H. Meinke, Aktive Antennen, NTZ seš. 12, 1966 str. 697–705.

U. L. Rohde, Active Antennas, CQ, prosinec 1982, str. 17–19.

anténa Alfordova, mnohaprvková anténa, kde proudy na jednotlivých prvcích na obvodě smyčky mají stejnou amplitudu a stejnou fázi. Jak ukazuje obr. 1, sestává **a. A.** v zásadě ze dvou pravouhle zahnutých půlvlnných dipólů vytvářejících čtverec v horizontální rovině. Soustava je centrálně napájena souměrným překříženým vedením, což nastavuje na obvodě smyčky konstantní fázi a amplitudu. Aby se mohl nastavit co možná kruhový ↑diagram záření v horizontální rovině, jsou jednotlivé úseky $\lambda/4$ poněkud zkráceny fázovacím otevřeným vedením (nevyzařujícím). Délka těchto vedení je volena tak, aby maxima vyzařujících, sinusově tvarovaných proudů ležela uprostřed dílčích vodičů. Takto získané rozložení proudů má tvar stojatých vln, které se časově pohybují kolem dokola /1/. ↑Odpor záření **a. A.** obnáší kolem 25Ω . Impedance na svorkách antény není čistě reálná a je třeba zavést některý způsob impedančního ↑přizpůsobení. Viz ANTÉNA SMYČKOVÁ.



anténa Alfordova – obr. 1

Lit.: /1/ W. Krank, Untersuchung einer Rundstrahlantenne mit horizontaler Polarisation, Rundfunktechnische Mitteilungen, 1, 1957, str. 196.

anténa antifadingová (správně protiúniková), viz ANTÉNA STŘEDOVLNNÁ

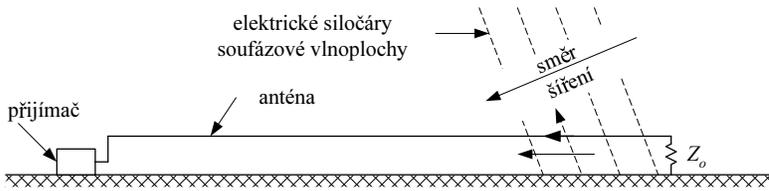
anténa aperiodická, v širokém kmitočtovém pásmu nevykazuje cyklické změny vstupní ↑impedance **a.** ani ↑diagramu záření v závislosti na změně kmitočtu. Viz ANTÉNA ŠIROKOPÁSMOVÁ

anténa automobilová, viz ANTÉNA MOBILNÍ.

anténa Bellini-Tossiho, viz ANTÉNA ZAMĚŘOVACÍ.

anténa Beverageova, sestává, ve své nejjednodušší formě, z jednodrátového vedení nataženého ve směru očekávaného příchodu vlny a zakončeného vlnovým ↑odporem na jedné straně a přijímačem na druhé straně. Jde tedy o jednoduchou ↑směrovou **a.** pro příjem nízkých a velmi nízkých kmitočtů. Příjem vlnění závisí na náklonu čela vlny ↑vertikálně polarizovaného elmag. vlnění v závislosti na ztrátách v povrchu země. El.

vektor souřazové plochy, dopředu nakloněné, vyvolává složku elektrické intenzity, paralelní k vodiči indukující v něm proud. Tento proud směřuje do přijímače a je ovlivněn délkou antény. Naklonění čela vlny se zvětšuje s růstem kmity a rostoucím ztrátovým odporem v zemském povrchu. Vodič antény s minimální délkou 1λ bývá napjat nízko nad zemí asi 3 až 6 m. Délka antény závisí na konkrétním zemském povrchu, limitní délka je určena podmínkou, kdy indukované proudy se dostanou do protifáze s postupující vlnou. Obr. 1 ukazuje příklad uspořádání jednoduché jednosměrné **a. B.** Pokud jde o \uparrow diagram záření jsou vertikální \uparrow diagramy záření užší než diagramy horizontální. Tak např. anténa délky 100 m, s výškou nad zemí 1 m měla naměřen \uparrow úhel polovičního výkonu ve vertikální rovině 60° s elevací maxima kolem 42° a v horizontální rovině 77° . Vypadá to, že **a. B.** má velkou \uparrow směrovost, ale měření ukázala že \uparrow účinnost této antény je velmi malá pro ztráty v zemi a v zakončovacím odporu, takže \uparrow zisk je vždy nižší než jedna, tedy v podstatě záporný (-3 až -6 dB_i) /1, 2/.



anténa Beverageova – obr. č. 1

Lit.: /1/ H. H. Beverage, D. DeMaw, The Classic Beverage Antenna QST, Newington, Conn. 66, leden 1982, str. 11–17.

/2/ Belrose, aj., Beverage Antennas for Amateur Communications QST, Newington Conn. 67, leden, 1983, str. 22–27.

anténa bičová, viz ANTÉNA MOBILNÍ.

anténa bikónická (nesprávně), viz DIPÓL KUŽELOVÝ.

anténa bočníková, anténa připojená na napájecí vedení tzv. \uparrow bočníkem (obr. 1a, b). Bočník, kterým tekou jak proudy transmisní (nezářivé proudy na vedení), tak i proud zářivý (podílející se na vyzařování antény), slouží jako transformační člen, přizpůsobující \uparrow impedanci antény k \uparrow vlnovému odporu napájecího vedení. Viz NAPÁJEČ BOČNÍKOVÝ.



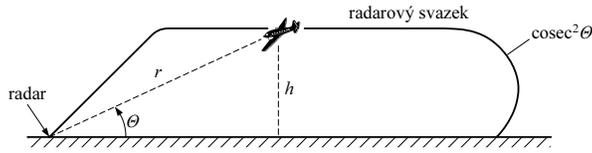
a) napájení monopólu – boční pohled b) napájení dipólu

anténa bočníková – obr. 1a, b

anténa box-horn, viz ANTÉNA TRYCHTÝŘOVÁ KRABICOVÁ.

anténa cosekantová, s tvarovaným \uparrow diagramem záření jehož tvar v jedné rovině je určen funkcí $\text{cosec}^2 \theta$ při současném omezení počtu i intenzitě \uparrow postranních laloků a v druhé, kolmé rovině, je poměrně úzký s daným počtem a intenzitou postranních

laloků, obr. 1. Nejčastější použití **a. c.** je v radiolokační technice (pozemní mapování, zjišťování cílů v letecké technice). Důvodem je skutečnost že \uparrow diagram záření (výkonový) tvaru cosec^2 zajišťuje konstantní odezvu signálu pro cíle v různých vzdálenostech, ale ve stejné výšce.



anténa cosekantová – obr. 1

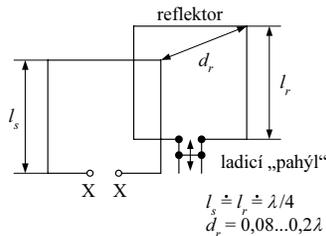
anténa Cubical-Quad, směrová anténa sestavená ze zářiče ve tvaru celovlnné smyčky (\uparrow **a.** smyčková celovlnná – Quad-anténa) a reflektoru stejného tvaru, který je opatřen dolaďovacím pahýlovým \uparrow vedením (obr. 1), které umožňuje naladění reflektoru a nastavení vhodného \uparrow činitele zpětného záření. Pro KV pásmo lze, pro určení rozměrů anténních prvků, použít následující vzorce

$$\text{zářič napájený} \quad o = 304/f, \quad l_s = 76/f,$$

$$\text{reflektor} \quad o = 320/f, \quad l_r = 80/f,$$

kde o ... obvod, $l_{s,r}$... délka strany čtverce, f ... kmitočet; [m, MHz].

Maximální zisk kolem 6 dB_d lze dosáhnout při vzdálenosti reflektoru $d_r = 0,12\lambda$. Vhodná vzdálenost reflektoru je také $d_r = 0,13\lambda$, při které sice poklesne zisk antény ($5,5 \text{ dB}_d$), ale vstupní odpor se přiblíží hodnotě \uparrow vlnového odporu koaxiálního kabelu $Z_0 = 70 \Omega$. **A. C. Q.** je často používána na KV amatérských pásmech, ale lze ji konstruovat i pro pásmo VKV nebo UKV. Ve srovnání s dvouprvkovou \uparrow **a.** Yagi-Uda je zisk **a. C. Q.** asi o $1,5 \text{ dB}$ vyšší a asi o $0,6$ až $0,8 \text{ dB}$ nižší než u optimálně nastavené antény Yagi-Uda tříprvkové.



anténa Cubical-Quad – obr. 1

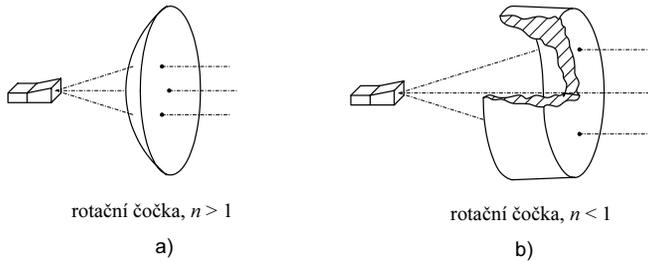
Lit.: J. Matuszczyk, Antény prakticky, BEN – technická literatura, 2003, str. 76–78.

F. Raswall, The Gain of the Quad, Radio Communication, Londýn, srpen 1980, str. 784–789.

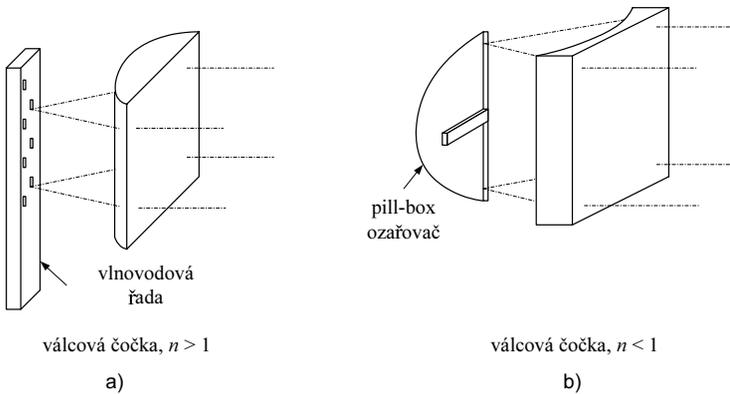
K. Rothammel, Antennenbuch, Franckh-Kosmos, 1991.

anténa čočková, (elektromagnetická čočka) anténa skládající se z \uparrow ozařovače (obv. \uparrow **a.** trychtýřová), který vytváří kulovou nebo válcovou vlnu. Toto vlnění převádí čočka ve vlnění \uparrow rovinné (ve zvláštních případech i ve vlnění s obecnou vlnoplochou). **A. č.** se používá převážně pro dm, cm, a mm vlny, kde lze uplatnit zásady *geometrické optiky* a to buď podle zákona shody optických drah mezi dvěma vlnoplochami, nebo pomocí Snel-

lova zákona lomu. Prostředí v němž dochází k \uparrow lomu elmag. vln může mít index lomu $n > 1$, což vede ke konvexnímu tvaru čočky (obr. 1a, 2a) nebo index lomu $n < 1$, což vede ke konkávnímu tvaru (obr. 1b, 2b).

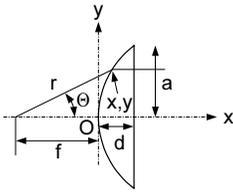


anténa čočková – obr. 1a, b



anténa čočková – obr. 2a, b

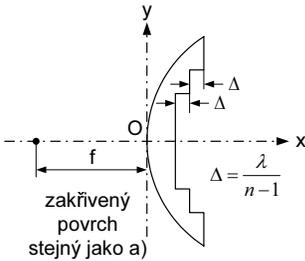
Prostředí s indexem lomu $n > 1$ lze vytvořit buď z klasického dielektrika (**a. č. dielektrická**) nebo z umělého dielektrika (**a. č. s umělým dielektrikem**) [1]. Praktické dielektrikum s relativní permitivitou ϵ_r má index lomu $n = \sqrt{\epsilon_r}$ (např. polyetylen: $\epsilon_r = 2,2$; $n = 1,5$). V prvním případě ($n > 1$) jde o čočku zpomalující, ve druhém ($n < 1$) případě o čočku urychlující. Tvar nejjednoduššího případu zpomalující čočky lze určit podle vztahů na obr. 3a. Vstupní plocha (pupila) čočky je tvořena hyperbolou a ozařovač je umístěn ve vzdálenějším ohnisku. Tento typ čočky má potíže s impedančním \uparrow prizpůsobením ozařovače, protože se část energie odražená od vnější rovinné pupily vrací zpět do ozařovače. To je možné odstranit zařazením např. feritového izolátoru do napájecího \uparrow vedení nebo slabým nakloněním čočky z osy ozařovače. Určitá ztráta \uparrow zisku a zvýšení úrovně postr. \uparrow laloků diagramu se však neodstraní. Tyto nedostatky lze odstranit tzv. *zónováním* povrchu čočky (obr. 3b). Zóny jsou navrženy tak, aby dráhy paprsků ve dvou sousedních zónách se lišily od sebe o 360° (nebo o celistvý násobek téhož), pro pracovní vlnovou délku. Na výstupní pupile vznikne opět rovinná vlna. Základní návrhový vzorec viz obr. 3b, $\lambda \dots$ vlnová délka ve vzduchu. Zónování vstupní pupily má své nevýhody vzhledem ke stínům, které vznikají na podélných plochách zón. Ukázalo se výhodnější zónovat raději rovinnou výstupní pupilu čočky např. podle obr. 3c.



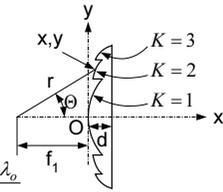
$$r = \frac{(n-1)f}{n \cos \Theta - 1}$$

$$y = \sqrt{(n^2 - 1)x^2 + 2(n-1)fx}$$

a)



c)



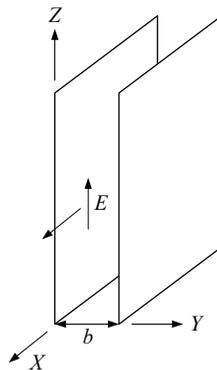
$$r = \frac{(n-1)f_1 - (K-1)\lambda_0}{n \cos \Theta - 1}$$

$$y = \left\{ (n^2 - 1)x^2 + 2(n-1)f_1x + 2(K-1)\lambda nx + 2f_1(K-1)\lambda + (K-1)^2\lambda^2 \right\}^{1/2} \quad K = 1, 2, 3, 4, \dots$$

b)

anténa čočková – obr. 3a, b, c

Dielektrický materiál má určité ztráty vyjádřené parametrem $\text{tg} \delta$. Pro většinu praktických materiálů je maximální ztráta v dielektriku několik desetin dB /2/. Další ztráty nastávají na obou površích čočky rozptylem dopadající energie. Zmenšení těchto ztrát se dosahuje tzv. přizpůsobením povrchu čočky /3/. Urychlující čočky ($n < 1$), na rozdíl od čoček zpomalujících (dielektrických), mají strukturu tvořenou soustavou rovnoběžných kovových desek (kovová čočka), na kterou dopadá elmag. vlnění, jehož složka E je rovnoběžná s deskami (obr. 4).



anténa čočková – obr. 4

Fázová rychlost elmag. vlnění v takové struktuře je vyšší než je rychlost světla

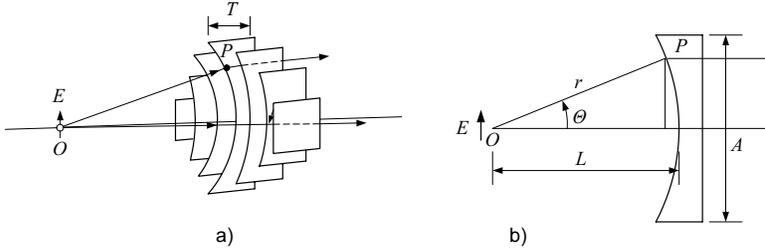
$$v = v_0 \sqrt{[1 - (\lambda/2b)^2]},$$

v_0 ... rychlost ve volném prostoru, λ ... vlnová délka ve volném prostoru, b ... vzájemná vzdálenost desek.

Mezní hodnota rozměru $b = \lambda/2$ ($b \leq \lambda/2$). Delší vlny se touto strukturou nešíří. Ekvivalentní index lomu je

$$n = \sqrt{[1 - (\lambda/2b)^2]},$$

a je vždy menší než jedna. Praktickým příkladem urychlující čočky je struktura podle obr. 5a, b, kde rozměr T je takový, že struktura transformuje kulovou vlnu z ozařovače na rovinnou vlnu na výstupní pupile čočky.



anténa čočková – obr. 5a, b

Tvar vstupní pupily se řídí rovnicí

$$r = (1 - n) L / (1 - n \cos\theta),$$

což představuje elipsu. Podobně jako u dielektrických čoček je možné zónovat kovové čočky s cílem snížit jejich váhu. Požadavky na výrobní tolerance u obou typů čoček jsou v podstatě stejné. Odchyłka v tloušťce t materiálu (struktury) nemá přesáhnout hodnotu $\Delta t = \pm 0,03\lambda / (n - 1)$. U čočky kovové se nemá lišit vzdálenost desek od poměru

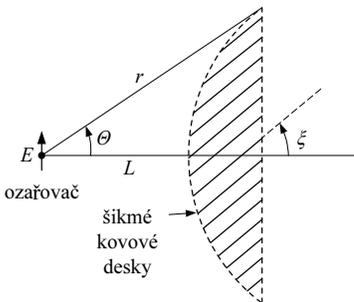
$$\Delta b/b = \pm 3 n / (1 - n^2) t_\lambda [\%],$$

kde t_λ je tloušťka čočky ve vlnové délce ve volném prostoru. Mezi kovové čočky můžeme zařadit i čočky s *prodlužovacím vedením* (angl. path length lenses) (obr. 6), kde příslušné prodlužovací vedení „zpomalí“ průchod vln mezi vstupní a výstupní pupilou tak, že opět docílíme transformaci kulové vlny na vlnu rovinnou. Pro čočku podle obr. 6 platí

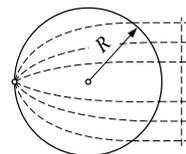
$$r = (n - 1)L / (n \cos\theta - 1),$$

kde $n = 1/\cos\xi$, je ef. index lomu v prostředí šikmých desek. Této možnosti využívá tzv. *Luneburgova a. č.*, což je např. koule vyrobená z dielektrika, jehož index lomu se mění v závislosti na poloměru R (viz obr. 7)

$$n^2 = (2 - R^2).$$



anténa čočková – obr. 6



anténa čočková – obr. 7