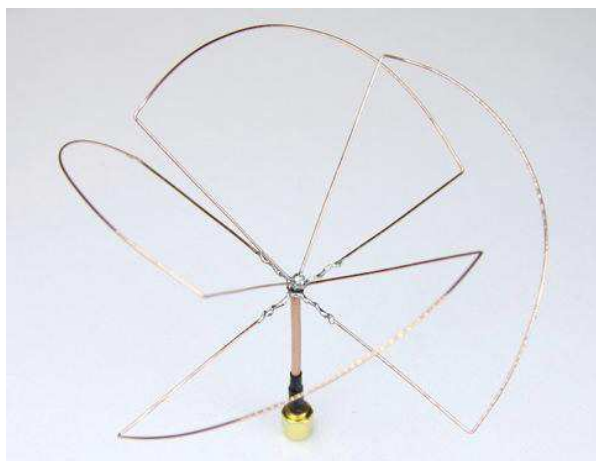


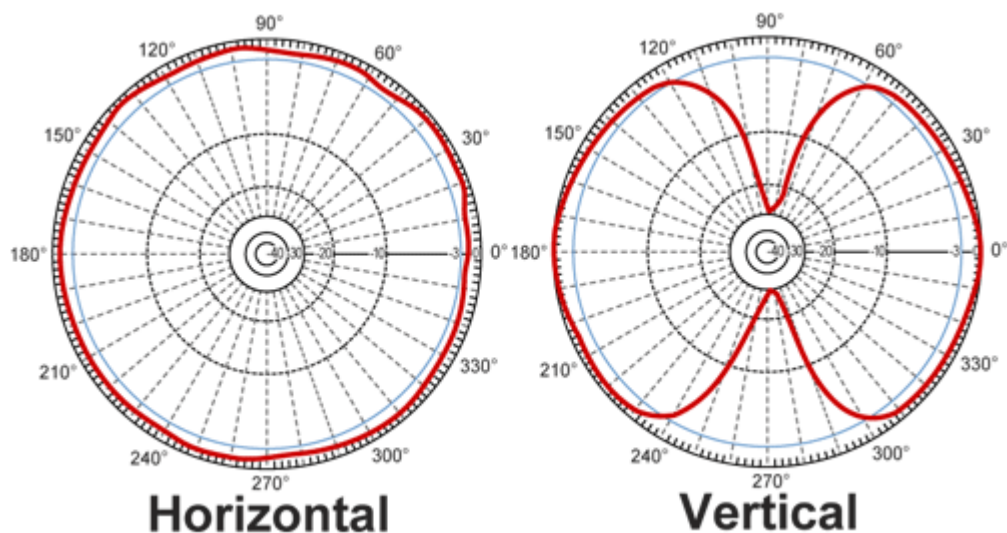
Skew-planar FPV anténa

Skew-planar anténa (její jméno by se dalo přeložit jako „koso-rovinná“, ale držme se v dalším textu zažitého anglického pojmenování) je variací cloverleaf antény popsané v předchozím článku. Jedná se také o typ kruhově polarizované antény. Výhody využití kruhově polarizovaných antén ve srovnání s anténami lineárně polarizovanými jsou v FPV zásadní a dočtete se o nich např. zde. I skew-planar anténa byla do světa FPV pravděpodobně přinesena uživatelem IBCrazy a spoustu diskusních příspěvků na toto téma naleznete na fóru fpvlab.com. Řídil jsem se jeho pokyny a návody a i tento popis z velké části vychází z jeho doporučení.



Na rozdíl od cloverleaf antény je skew-planar anténa tvořena čtyřmi, nikoliv třemi anténními segmenty uspořádanými pravidelně s odstupem 90°. Jedná se také o všesměrovou anténu, která je na trhu FPV komponent pro frekvenci 5.8GHz široce dostupná. Je proto otázkou, zda se o domácí výrobu této antény pro pásmo 5.8GHz vůbec pokoušet – s ohledem na malé rozměry jednotlivých anténních segmentů jsou odchylky při její domácí výrobě nejvýraznější. Odlišná situace je v případě jiných frekvenčních pásem – tam je komerční dostupnost podstatně horší a zájemci si budou muset takovou anténu zhotovit sami.

Výhodami tohoto typu antén jsou již zmíněná všesměrovost, dobrá šířka pásma a dobré SWR dosažitelné až v poměru 1.2:1. Směrová charakteristika je velmi podobná s cloverleaf anténou.



V pravém smyslu slova všesměrová je pouze v horizontální rovině. V rovině vertikální vidíme, že prostorový segment nad anténou není signálem pokryt a bude-li použita jako anténa přijímací, ve směru její osy se vyznačuje nejhorším příjmem. Bude-li v pozemní přijímací stanici instalována svisle, při přeletu nad hlavou vás nemine výpadek signálu nebo přinejmenším výrazný pokles kvality příjmu. Těmito nevýhodám se lze vyhnout instalací diversity receiveru a např. druhé antény se skloněnou osou, která „hluché“ místo svisle orientované antény vykryje.

Nevýhodou je komplikovanost a pracnost výroby, vyžadující značnou preciznost a přesnost. Je také vcelku křehká a zranitelná, pro frekvence pod 2.4GHz poměrně rozměrná. Pokud se rozhodnete její zranitelnost zmenšit uzavřením do např. plexisklové polokoule, stane se nepříliš aerodynamickou.

Skew-planar anténa je takřka výhradně používána na straně video přijímače, k čemuž ji předurčuje zisk okolo 1dBi, dobré SWR až 1.2:1 a především charakteristika potlačení reverzně polarizovaného vlnění, která je podstatně příznivější než u cloverleaf antény. Nicméně jako anténa vysílací je také použitelná.

Cloverleaf anténa je tvořena čtyřmi uzavřenými smyčkami s vodivým propojením signálního a zemního vodiče. Jestliže tedy budete měřit ohmický odpor mezi středním pinem přívodního konektoru a jeho šroubením (zemí), naměříte zkrat. Nicméně to neplatí pro její impedanci na její pracovní frekvenci a při připojení na kmitočtově správný video přijímač představuje zřejmě nejlepší typ antény, kterou na něj můžete pro účely FPV namontovat. Jednotlivé segmenty ve tvaru kruhové úseče se středovým úhlem 120° jsou v kruhu rovnoměrně rozmístěny čtyři, takže při pohledu shora se jejich průměty již částečně překrývají.

Budete potřebovat:

- Pájku nejlépe s regulovatelnou teplotou
- Běžnou SnPbAg pájku a kalafunu
- Štípačky, brusný papír a posuvné měřítko (šupleru)
- Poměděný svářecí drát 0.8mm (v případě frekvencí pod 1GHz lépe 1mm z důvodu vyšší mechanické pevnosti)
- SMA konektor (samce)
- Koaxiální kabel RG316 (RG58 je tepelně mnohem méně odolný)

Jako dobrá volba se ukázal právě poměděný svářecí drát, který se vyznačuje dostatečnou pevností a současně dobrou pájitelností. Je samozřejmě možné použít plný měděný drát podobného průměru, ale segmenty budou snáz neformovatelné a výsledná anténa bude mechanicky mnohem zranitelnější.



Naším cílem je vytvořit čtyři totožné anténní segmenty ve tvaru kruhové výseče se středovým úhlem 120° o poloměru odpovídajícím čtvrtině zamýšlené vlnové délky λ . Anténní segmenty nakonec budou skloněné v úhlu 45° k půdorysné základně, takže v průmětu budou představovat 4 segmenty o průmětovém úhlu cca 105° částečně se překrývající.

Geometrie antény není z fotografií zcela zřetelná, proto větší názornost poskytne toto [video](#).

Vlnovou délku λ vlnění o frekvenci f určíme ze vztahu

$$\lambda = c/f, \quad (\text{m}) \quad (1)$$

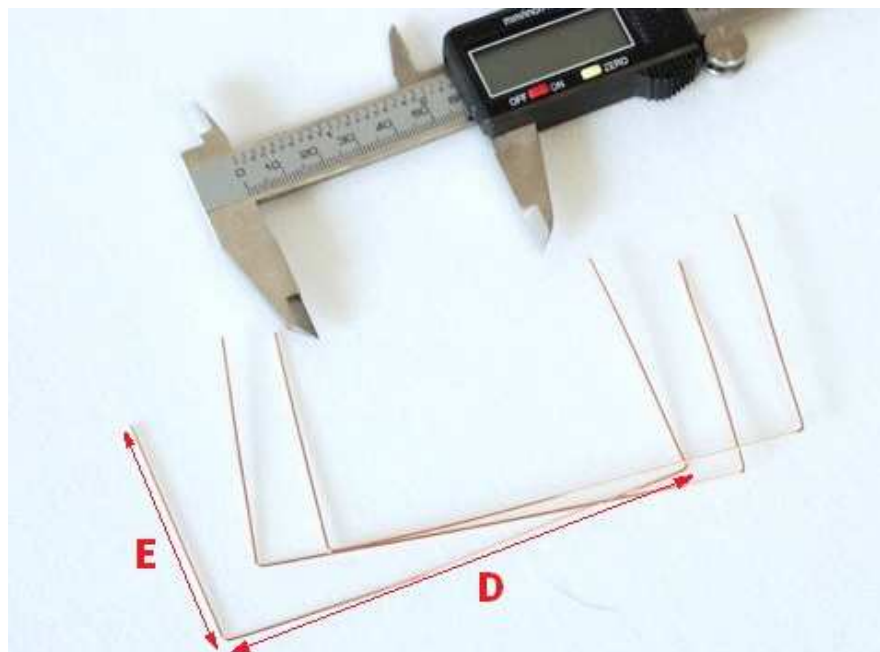
kde c je rychlost světla 300 000 000 m/s.

Odvození délek rovných i obloukových úseků anténních segmentů je totéž jako u Cloverleaf antény, jen budeme potřebovat čtyři stejné anténní segmenty namísto třech.

Pro běžné v FPV používané frekvence je potřebná délka vodiče uvedena v následující tabulce.

f (MHz)	λ (mm)	E (mm)	D (mm)	L (mm)
980	306	78.3	156.7	313.3
1140	263	67.3	134.7	269.3
1280	234	60.0	119.9	239.9
2450	122	31.3	62.7	125.3
5820	51.5	13.19	26.37	52.75

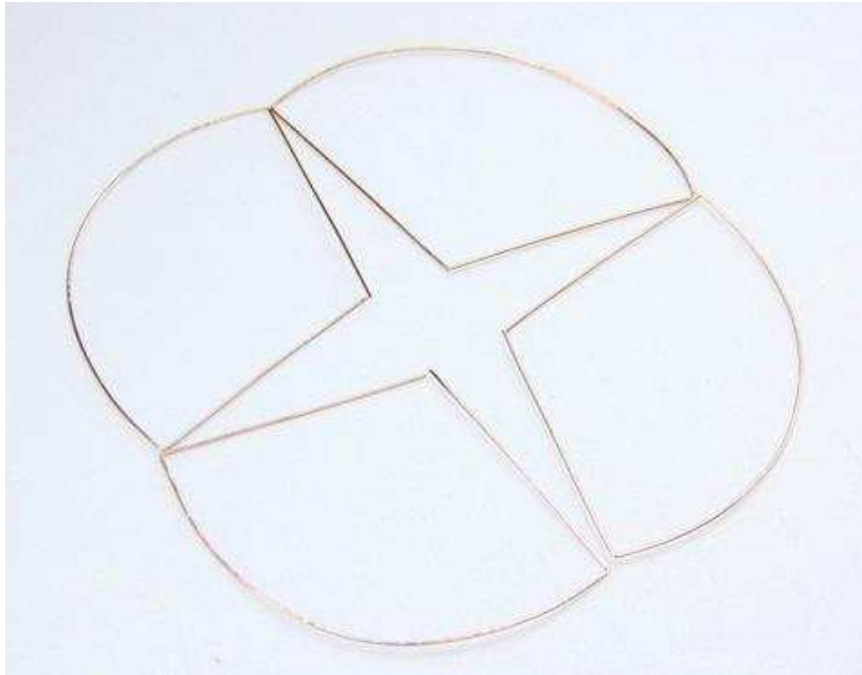
Frekvence uvedené v prvním sloupci odpovídají „střední“ frekvenci z frekvencí kanálů, které vysíláče výrobců FPV techniky v pásmech 900, 1200, 1300, 2400 a 5800 MHz zpravidla podporují.



Odstřížení drátu přesné délky štípačkami je obtížné a vodič je zakončen do špičky, takže drát je ideální začístit na přesně správnou délku smirkovým papírem, pilníkem nebo bruskou.

Nyní počneme s ohýbáním drátu. Na posuvném měřítku (šupleře) nastavíme přesně hodnotu E podle tabulky, drát svým

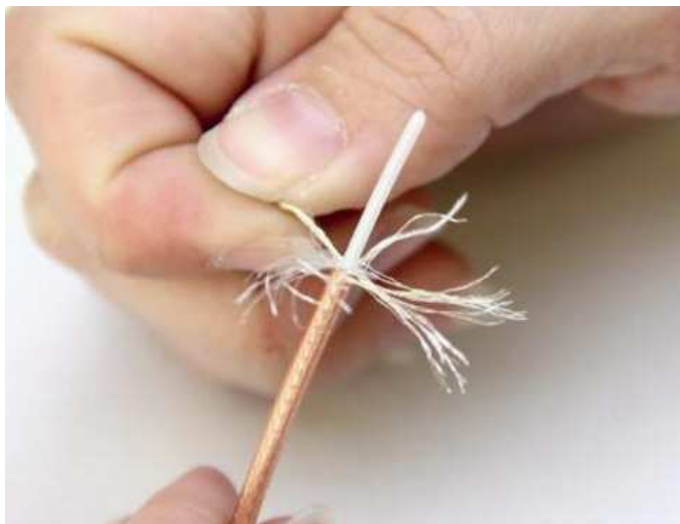
koncem přiložíme k jednomu z koncových břitů (určených k měření vnitřní světlosti) a okolo protějšího břitu drát ohneme v úhlu 90° s co nejmenším poloměrem ohybu. Totéž provedeme i z druhé strany a opakujeme čtyřikrát, až získáme čtyři pravouhlé segmenty ve tvaru „U“.



Nyní nadešel čas vytvarování oblouků. Empiricky stanovená délka odpovídá mírně většímu středovému úhlu. Oblouk vykleneme mírně směrem ven, takže v místě ohybu bude nakonec nepatrně více než 90° až získáme čtyři segmenty se středovým úhlem přibližně 105° . Snažte se udělat oblouky co nejplynulejší a nejrovnoměrnější jak jen možno.

Dalším krokem je příprava koaxiálního kabelu. Pokud předpokládáme provoz antény v téže ose s osou konektoru, postačí odstříhnout kabel v délce cca 6cm. Pokud předpokládáme osu antény mírně vyklonit nebo dokonce provozovat v úhlu 90° s osou přívodního konektoru, bude třeba odstříhnout kabel trochu delší, nevolíme ale více jak cca 8 cm, anténní vedení k video přijímači by mělo být co nejkratší.

Dobrou volbou je kabel RG316 s impedancí 50 ohm. Kabel RG58 je mnohem méně vhodný – je tepelně méně odolný a delší pájení stínění bude deformovat jeho izolaci. Kabely jiné impedance jsou pochopitelně zcela nevhodné.



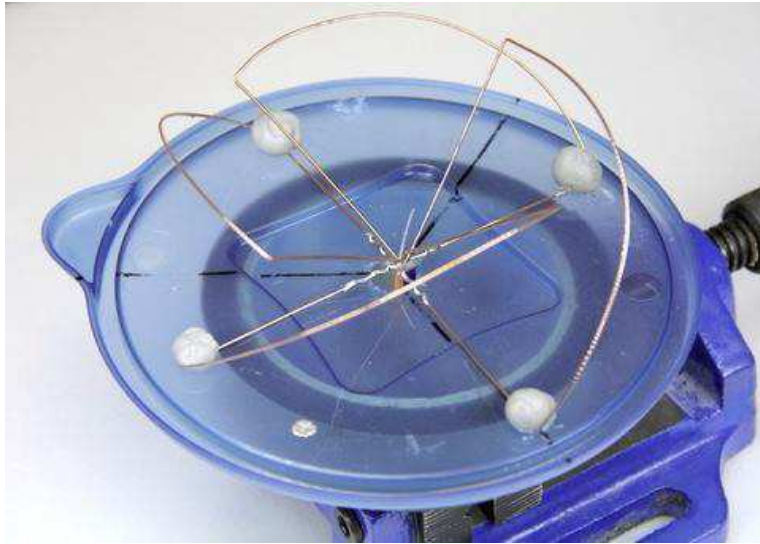
Odstraníme cca 12mm vnější izolace, stínění rozpleteme a rozdělíme na čtyři praménky rovnoměrně rozdělené v úhlu 90° okolo obvodu a ohnuté do pravého úhlu k ose kabelu. Jemné vodiče opět skrutíme. Takto vytvořená čtyři ramena řádně pocínujeme pájkou s množstvím kalafuny, abychom zajistili dokonalé smáčení jednotlivých pramenů vodiče. Cínů nedáváme příliš, aby bylo možno ještě pocínovaný vodič tvarovat. Vezmeme si kousek nepotřebného anténního drátu a pocínovaný vývod

stínění lehce obtočíme ve spirále kolem něho. Totéž provedeme pro všechny čtyři vyčnívající cípy. Do připravených spirálně tvarovaných cípů stínění pak nasuneme jednotlivé anténní segmenty.

Následně co nejvíce zkrátíme střední signální vodič tak, aby se ještě nezkratoval se stíněním. Zpravidla je to cca 2mm od místa, kde počíná rozpletené stínění. Tato vzdálenost by měla být co nejmenší možná, prodlužování tohoto úseku posouvá pracovní frekvenci antény. Současně ale

vzdálenost musí být dostatečná natolik, aby nedocházelo ke zkratu mezi signálním vodičem a stíněním. Konec signálního vodiče také pocínujeme.

V dalším kroku přistoupíme k pocínování konců anténních segmentů v délce asi 8mm. Drát je výborně pájitelný.



Konečně přichází poslední krok, který je vsutku výzvou a testem trpělivosti a pečlivosti – připájení anténních segmentů k připravenému koaxiálnímu kabelu. Jen tak v ruce to rozhodně možné nebude. Bude potřeba si z rovné destičky, např. víčka od vaničky margarínu, udělat pomocný přípravek, na kterém nejprve jednotlivé segmenty umístíme a fixujeme. Uprostřed víčka nejprve vyřízneme otvor o průměru asi 15mm a promyslíme,

jak víčko vodorovně uchytit na polootevřený svěrák tak, aby bylo tímto otvorem možno později prostrčit připravený koaxiální kabel. Jednotlivé segmenty rozmístíme rovnoměrně v úhlu 90° tak, aby se stýkaly asi 1-2mm od středu víčka (uvažujeme průměr kabelu, který máme vložit doprostřed).

Teď je nejvyšší čas k rozhodnutí, pro který směr polarizace je anténa určena. Pro pravotočivé orientované antény se anténní oblouky budou stáčet vpravo od kolmice, pro levotočivé nalevo od kolmice a to tak, že rovina segmentu s rovinou víčka svírá úhel 45°. Antény zobrazené v tomto popisu jsou všechny pravotočivé.

Středem víčka provlékneme koaxiální kabel tak, že rovina čtyř připravených cípů ze stínění leží v rovině víčka a upne do svěraku. Do připravených spirálek, do nichž jsou zkrouceny cípy stínění na kabelu, navlékneme jednotlivé segmenty a skloníme vlevo nebo vpravo podle zamýšleného smyslu výsledné polarizace. Před pájením je potřeba polohu segmentů fixovat. Použít k tomu lze např. plastelínu nebo pár kapek silikonu. V případě silikonu je potřeba počkat pár hodin na jeho zatuhnutí. Fixaci provádějte co nejdále od místa pájení, protože drát teplo rychle odvádí a při delším pájení plastelínu taví, takže by se anténní segment mohl uvolnit. Kdo má přístup do keramické dílny, jako nejlepší se k fixaci osvědčila keramická hlínka, protože drží dostatečně a je i odolná proti přiváděnému teplu.

Nejprve připájíme dolní části segmentů ke stínění koaxiálního kabelu a následně opačné konce segmentů ke střednímu anténnímu vodiči. Zkontrolujeme kvalitní propájení jednotlivých vodičů, zda některý ze spojů není „studeňák“ a zda nedošlo k propojení anténního vodiče se stíněním. Zkontrolujte také úhly – v rovině vodorovné by měly být segmenty rovnoměrně rozděleny po 90° s rovnoměrnými mezerami mezi segmenty, přičemž se při pohledu shora částečně překrývají; v rovině svislé svírají segmenty tentýž úhel 45° od kolmice podle smyslu zamýšlené polarizace.

Nakonec celý prostřední uzel zakápneme tavným lepidlem nebo silikonem, což poskytne anténě dostatečnou mechanickou pevnost a odolnost.

Ve finální fázi je možno anténu chránit před oxidací mědi nalakováním VF lakem nebo ji případně i pozlatit, máte-li k tomu příslušné vybavení (viz. návod z článku o helixových anténách).

Hotovou anténu připojíme k video přijímači. Je na čase vyzkoušet její dosah v terénu. Při pohybu v rovině kolmé k ose antény byste měli být schopni dosáhnout spojení na několik set metrů při použití běžné cloverleaf antény na vysílači v otevřeném terénu (pro výkon vysílače cca 250mW). Nezapomeňte, že nelze míchat pravotočivé a levotočivé antény na video vysílači a přijímači.

Přeji hodně zdaru s vašimi vlastnoručně zhotovenými anténami.