

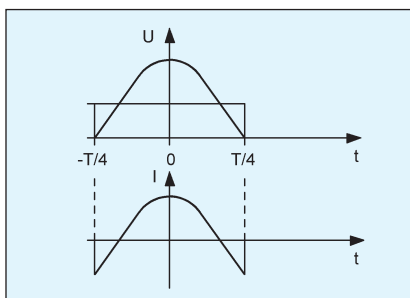
Szupervevők kapcsolóüzemű keverőről

Vlagyimir Poljakov UA3AAE – ford.: dr. Sipos Mihály okl. villamosmérnök

A cqham.ru honlapon eszmecsere folyt a „Korszerű szinkrodin adó-vevők” témában US5MSQ Szergej OM megfigyeléséről, mely szerint a kapcsolós négyfázisú passzív keverővel terhelt rádiófrekvenciás erősítő magas szelekcióval bír. (Lásd még „Egyszerű három hullámsávú szinkrodin vevő” RT 2013/10., 11.) Jelen írás szerzőjét felkérték, hogy adjon a jelenségre magyarázatot.

A szóban forgó jelenség régóta ismeretes, azonban nem az RF-erősítő, hanem a keverő áramkör sajátossága. Magyarázatot a KF-jelnek RF-jellé történő visszaalakítása szolgáltat. Ennek során a keverő bemeneti oldalról keskenysávú szinkronszűrőként viselkedik. A vita részvevői közül sokak számára ez újdonság volt, ezért szükségesnek látszott további, részletes információ megadása. Bár elsőre úgy látszott, hogy egy ilyen cikk megírásához elegendő megkeresni a megfelelő válaszokat, azokat sorrendbe állítani – azonban a gyakorlat azt mutatta meg, hogy a keverőben lejátszódó folyamatokat komolyabb analízis alá kell vonni.

A közvetlen keverésű (szinkrodin) vevők alkatrészbazisa az elmúlt években radikálisan megváltozott. Ma már léteznek nagysebességű, nyitott állapotban egészen kicsi (tized ohm), zárt állapotban kifejezetten nagy (több megaohm) ellenállású CMOS kapcsoló áramkörök, amelyek használata során a vezérlő feszültség nagyon kis mértékben van hatással a jeláramkörre. Ezen jellemzők miatt beszélhetünk „ideális” kapcsoló áramkörökről, amely nem okoz veszteségeket. Valóban, sem „nulla”, sem végtelenül nagy ellenállás esetén nem disszipálódik rajtuk teljesítmény, hiszen az első esetben a kapcsoló kimenetén nincs U_k feszültség, illetve a második esetben a kapcsolón nem folyik át I_k áram. A kapcsolón disszipálódó teljesítmény $U_k I_k$ szorzatával egyenlő. Az átkapcsolás ideje rövid, különösen akkor, ha a vezérlő jel négyszög alakú (pl. valamely nagysebességű digitális áramkörrel).



2. ábra

lón nem folyik át I_k áram. A kapcsolón disszipálódó teljesítmény $U_k I_k$ szorzatával egyenlő. Az átkapcsolás ideje rövid, különösen akkor, ha a vezérlő jel négyszög alakú (pl. valamely nagysebességű digitális áramkörrel).

A kapcsoló keverőáramkör analízise

Elsőként vegyünk szemügyre egy egyszerű egyfázisú kapcsolós keverőt (1. ábra), amely $U_m \cos \omega t$ jelfeszültség forrásról dolgozik. Az S1 kapcsoló legyen zárt állapotban a jel pozitív félperiódusa idején, és nyitott a negatív ideje alatt (2. ábra). Könnyen megállapíthatjuk a kapcsolón átfolyó áram értékét:

$$I_k = (U_m \cos \omega t - U_o) / R_i, \quad -p/2 < \omega t < p/2 \quad (1)$$

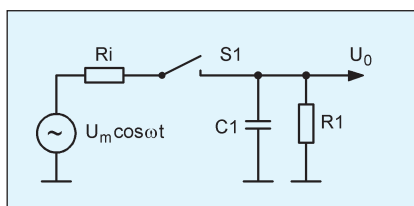
Csak a folyamat legelején, amikor az aluláteresztő szűrő C1 kondenzátora még nincs feltöltődve és $U_o = 0$, akkor lesz az áramnak fél szinuszhullám alakja. Ezután a kondenzátor feltöltődik, megjelenik egy szinkron egyenirányított U_o feszültség, és a beálló üzemmód során a kapcsolón átfolyó áram különböző polaritású impulzusok

formáját veszi fel. Ugyanis előbb a kondenzátor a kapcsolón, R_i -n és a generátoron át kisül, majd a félhullám maximum értékére feltöltődik, végül pedig újra kisül.

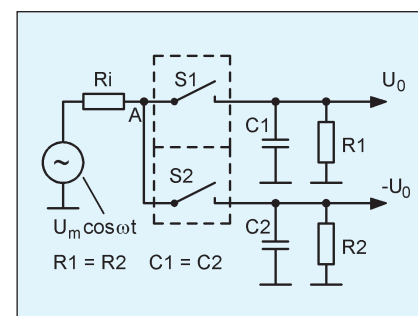
Ezzel egyidejűleg az R1 terhelő ellenálláson keresztül történik egy egyenletes kisütés. Megállapodott üzemmód esetén a töltő és kisütő áramok összegének idő szerinti integráltja nulla kell legyen. Ez azt jelenti, hogy az átmeneti folyamatok befejeződtek és a kondenzátor többé sem nem fogad be, sem nem ad le töltést. Az integrál kiszámításával lehetséges volt a keverő kimenetén lévő U_o egyenfeszültség értékének meghatározása:

$$U_o = (2/p) U_m R_1 / (2R_i + R_1). \quad (2)$$

Kétfázisú (balansz) keverő (3. ábra) esetében a jel negatív félperiódusai az S2 kapcsolón át jutnak a kimenetre és az R2 terhelésen megjelenik egy ugyanolyan, de negatív előjelű feszültség: $-U_o$. A jelforrásról felvett és R_i ellenálláson átfolyó áram formája még érdekesebb ez nem más, mint a négyszög és a szinusz formájú áramok különbsége (ld. 1. egyenlet). A meredek áramcsúcsok miatt 3ω , 5ω , 7ω stb. frekvenciájú jelharmonikusok generálódnak.



1. ábra



3. ábra