Jak zostać krótkofalowcem

6

W nawiązaniu do poprzednich odcinków cyklu, w których rozpatrywane były zagadnienia wytwarzania energii wielkiej częstotliwości w układach generacyjnych, proponujemy omówienie analizy warunków pracy tych układów z punktu widzenia stabilizacji częstotliwości.

Dążenie do zwiększenia stabilności drgań w.cz. jest jednym ze sposobów zapewnienia efektywnej łączności również w urządzeniach radiostacji krótkofalarskich.

Przyczyn braku stałości drgań wytwarzanych przez generatory lampowe lub tranzystorowe jest kilka: wpływ czynników temperaturowych na obwody rezonansowe, zmiany napięć zasilających itp. Uzyskanie możliwie największej stabilności wytwarzanej energii w.cz. zalicza się do podstawowych warunków należytej pracy generatora.

W praktycznych układach urządzeń radionadawczych stosuje się kilka sposobów stabilizacji częstotliwości.

Jednym z najskuteczniejszych sposobów osiągania tego celu jest stosowanie rezonatorów kwarcowych, inaczej płytek kwarcowych lub krótko — kwarców. Działanie tych elementów oparte jest na efekcie piezoelektrycznym. Rozpatrywanie zagadnienia stabilizacji pracy generatorów celowe jest również z tego względu, że płytki kwarcowe znajdują się w sprzedaży w CSH w Warszawie (można je nabyć także za pośrednictwem punktu sprzedaży wysyłkowej, pisząc pod adresem: Warszawa, ul. Marszałkowska 82/84, Punkt Sprzedaży Wysyłkowej CSH).

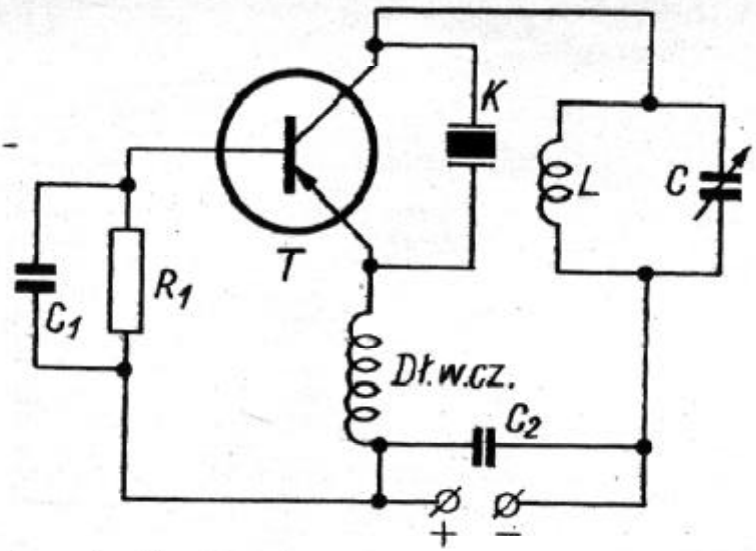
Kwarcowe rezonatory piezoelektryczne

W układach generacyjnych w celu stabilizacji częstotliwości stosowane są rezonatory z minerałów piezoelektrycznych. Głównym takim minerałem jest kwarc, kryształ dwutlenku krzemu (SiO_2). Minerały piezoelektryczne, takie jak kwarc, turmalin lub sól Seignette'a, odznaczają się tym, że pod wpływem napięcia doprowadzonego do powierzchni płytki z nich wykonanej powstaną w niej drgania mechaniczne, albo odwrotnie, jeżeli na płytkę będą działały siły mechaniczne, to na jej powierzchni powstaną ładunki elektryczne o przeciwnych znakach, czyli zostanie wytworzone napięcie elektryczne.

Kwarce jako minerały o własnościach piezoelektrycznych mają kształt płytek o określonych wymiarach, gdyż każda płytka charakteryzuje się własną częstotliwością rezonansową. Płytkę rezonatora kwarcowego po obróbce mechanicznej umieszcza się w hermetycznej obudowie, z której wyprowadzone są elektrody.

Rezonatory kwarcowe stosowane są w obwodach generatorów i filtrów dzięki temu, że wykazują stabilność drgań. Zachowują się one jak rezonansowy dwójnik elektryczny o dużej dobroci umożliwiający uzyskanie stromej charakterystyki filtru o małym tłumieniu w pasmie przenoszenia.

Działanie rezonatora kwarcowego w obwodzie generatora polega na tym, że pod wpływem doprowadzonych do niego słabych napięć zmiennych, w płytce kwarcu powstają naprężenia mechaniczne wywołujące własne ładunki elektryczne, które są największe, gdy jest spełniony warunek rezonansu. Jak z tego wynika, rezonator kwarcowy (czy też krótko — kwarc) może być elementem układu generacyjnego lampowego lub tranzystorowego (rys. 1). Obwód rezonansowy (LC) generatora tranzystoro-



Rys. 1

wego włączony jest jako obciążenie kolektora, a stabilizator kwarcowy pracuje równolegle z nim (w obwodzie emitera włączony jest dławik w.cz. przegradzający drogę prądom w.cz. do obwodów zasilania). Polaryzacja bazy generatora tranzystorowego następuje przez mostek R_1C_1. Kondensatory C_1 i C_2 bocznikują obwody dla prądów w.cz.

Zasadniczym zadaniem rezonatora kwarcowego w rozpatrywanym układzie jest utrzymanie stabilności wytwarzanych przez generator drgań elektrycznych.

W praktycznych układach generatorów tranzystorowych, rezonatorów kwarcowych używa się również do pracy na częstotliwościach harmonicznych (w stosunku do podstawowej), bliskich nieparzystej harmonicznej. Nazwano je rezonatorami kwarcowymi overtonowymi.

Istnieje cały szereg układów generatorów z rezonatorami kwarcowymi. Buduje się je na częstotliwości od kilkudziesięciu kiloherców do około 50 MHz. Rezonatory kwarcowe interesujące amatorów krótkofalowców rozprowadza Centralna Składnica Harcerska w Warszawie (stoisko Nr 10), która prowadzi również sprzedaż wysyłkową. Zestawienie różnych rezonatorów kwarcowych znajdujących się aktualnie w sprzedaży podajemy wraz z ich cenami w tabelce zamieszczonej na str. 113.

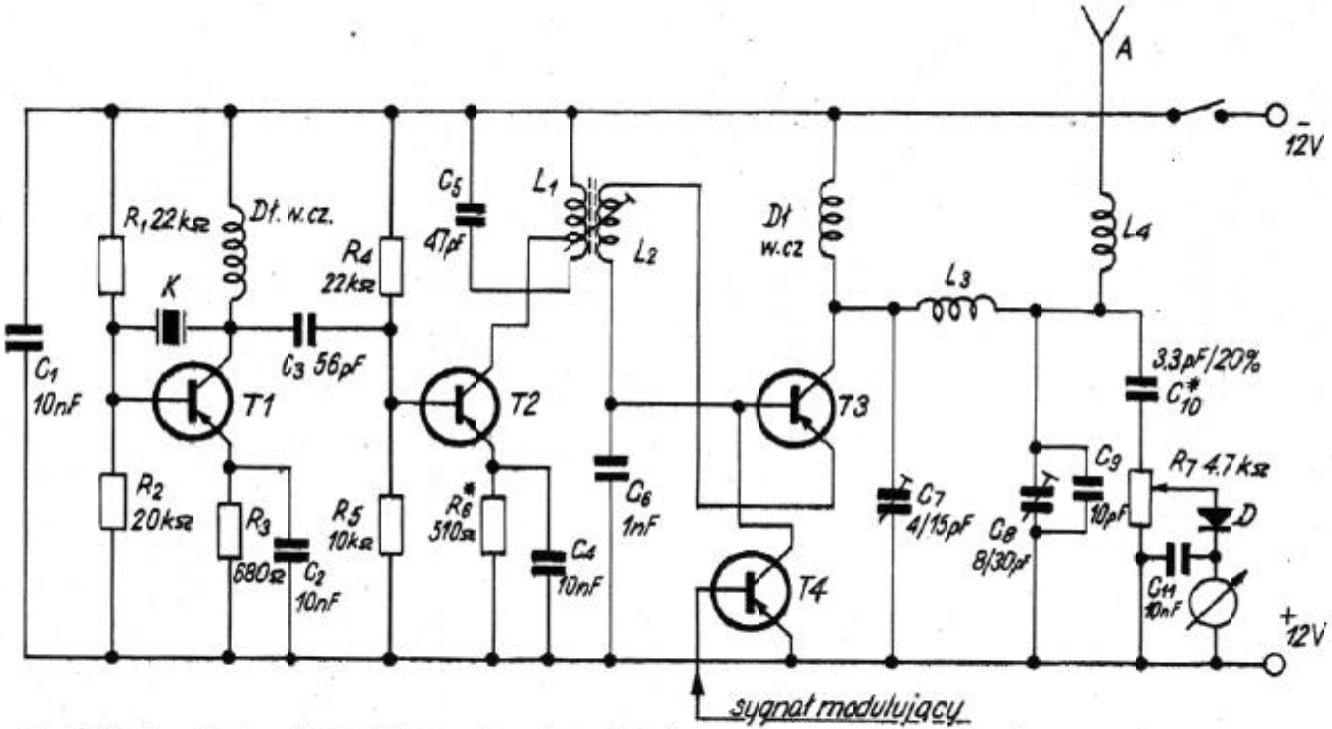
Analiza praktycznych układów z rezonatorem kwarcowym

Rozpatrzmy przykładowy schemat nadajnika do zdalnego sterowania, który został wykonany przez początkujących krótkofalowców jako układ eksperymentalny (rys. 2).

W układzie nadajnika tranzystorowego mamy generator z rezonatorem kwarcowym (na podstawowej częstotliwości płytki kwarcowej). W członie tym pracuje tranzystor T1 — wielkiej częstotliwości, małej mocy np. TG 40, OC 170, P 403, P 423. Dwa następne tranzystory T2 i T3 pracują w dwustopniowym członie wzmacniacza wielkiej częstotliwości. Tranzystor T1 pracujący w członie generatora w.cz. powinien charakteryzować się wysokim współczynnikiem wzmocnienia ($\beta = 80$).

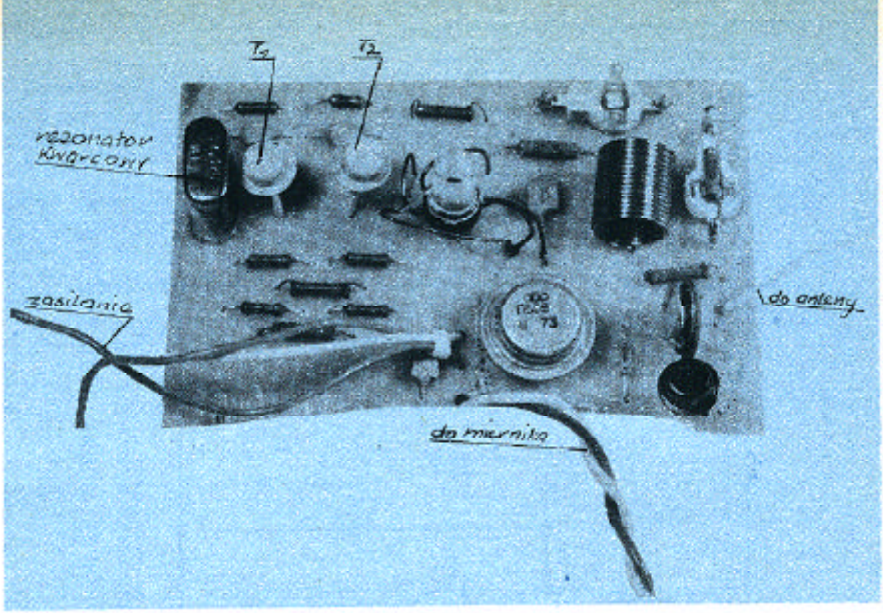
Rezonator kwarcowy zastosowany w układzie generatora tranzystorowego włączony jest pomiędzy bazę a kolektor.

Schematy omawianego typu mają szereg zalet. Stanowią one nieskompliko-



Zwojnice : L_1 - 5 + 5zw, DNE ϕ 0,65 ; L_2 - 5zw, DNE ϕ 0,5 ; L_3 - 16zw, DNE ϕ 1,0 ; dławiki w.cz $Dł_1$ i $Dł_2$ ϕ 0,15 indukcyjność około 20 μH . Kwarc - f = 27,12 MHz

Rys. 2

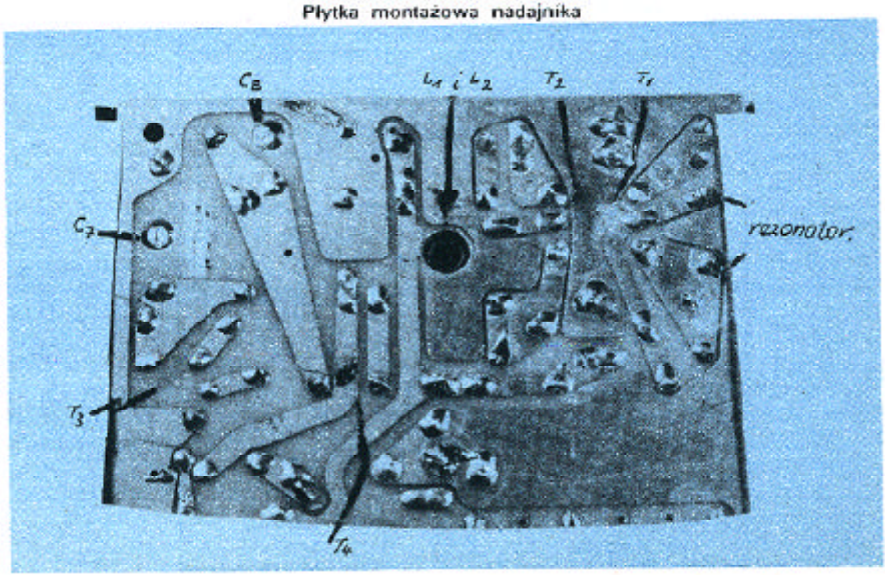


Rozmieszczenie elementów eksperymentalnego nadajnika z rezonatorem kwarcowym

wane układy elektryczne, mają prostą konstrukcję i łatwe uruchomienie, dają stosunkowo duże moce sygnału wyjściowego. Generator ten wykazuje największą stabilność ze wszystkich generatorów z wykorzystaniem rezonansu równoległego płytki kwarcowej.

Drgania elektryczne wytwarzane w obwodzie generatora są przesyłane za pośrednictwem kondensatora sprzęgają-

Płytka montażowa nadajnika



cego C_3 do pierwszego stopnia wzmacniacza w.cz. (tranzystor T3). W stopniu końcowym wzmacniacza w.cz. następuje modulacja sygnału w.cz. drganiami elektrycznymi małej częstotliwości. Rolę modulatora spełnia tranzystor T4 (np. TG 5), do bazy którego musi być doprowadzone zmienne napięcie z generatora akustycznego, gdy planujemy wykonanie wielokanałowego systemu zdalnego sterowania.

W obwodzie kolektorowym tranzystora T3 wyjściowego stopnia wzmacniacza w.cz. zastosowano strojony filtr antenowy typu T (cewka L_3, kondensatory C_7 i C_8).

Jako wskaźnika nadajnika użyto czułego przyrządu magnetoelektrycznego, do którego energia w.cz. doprowadzona jest przez diodę detekcyjną D.

Rezonatory kwarcowe rozprowadzane przez Centralną Składnicę Harcerską

Typ		Częstotliwość (MHz)	Jednostka	Cena zł
RS 1204 R		27,120	szt.	206
RS 1011 R		3,520	„	177
„		3,525	„	„
„		3,530	„	„
„		3,535	„	„
„		3,550	„	„
RS 1209 R		21,500	„	206
„		25,000	„	„
„		32,000	„	„
„		32,500	„	„
„		30,500	„	„
„		33,500	„	„
„		48,008	„	„
„		48,013	„	„
„		48,025	„	„
„		48,100	„	„
RS 2204 R	N/O	27,045/25,590	para	412
„	„	27,045/25,585	„	„
„	„	27,045/25,580	„	„
„	„	27,075/25,620	„	„
„	„	27,095/25,640	„	„
„	„	27,095/25,635	„	„
„	„	27,145/25,690	„	„
„	„	27,145/25,685	„	„
„	„	27,145/25,680	„	„
„	„	27,175/25,720	„	„

N/O — nadajnik — odbiornik (para płytek kwarcowych)

Jako wskaźnika nadajnika użyto czułego przyrządu magnetoelektrycznego, do którego energia w.cz. doprowadzona jest przez diodę detekcyjną D.

Zagadnienia teoretyczne proponowane do samodzielnego opracowania

1. Ogólne wiadomości o kwarcowych generatorach.
   Rozróżnienie układów generatorów pracujących:
   a) na częstotliwości podstawowej kwarcu,
   b) z jednoczesnym powielaniem w stopniu generacyjnym,
   c) na wyższych częstotliwościach (harmonicznych), tzw. generatory overtonowe.
2. Praca płytki kwarcowej w układzie elektrycznym przy częstotliwości rezonansu szeregowego i rezonansu równoległego. Jakie zalety i wady wykazują generatory wytwarzające częstotliwości bliskie częstotliwościom równoległego rezonansu kwarcu?
3. Jaki warunek powinien być spełniony, aby generator pracował na częstotliwości bliskiej rezonansu szeregowego (względem obwodu sprzężenia zwrotnego). Jakie zalety i wady wykazuje układ szeregowego rezonansu kwarcu?
4. Który typ generatora kwarcowego (układ szeregowy czy równoległy) wykazuje większą stabilność częstotliwości? Jaką stabilność częstotliwości umożliwia użycie rezonatora kwarcowego?

Wymienione zagadnienia zalecamy opracować na podstawie książki W. Chojnackiego „Układy półprzewodnikowe w urządzeniach krótkofalarskich", Wyd. Komunikacji i Łączności, Warszawa 1972 r.

Mgr inż. Witold Kozak