

Generatory kwarcowe do prostych i zaawansowanych konstrukcji

Dlaczego niektóre generatory kwarcowe kosztują kilka złotych, a inne kilkaset? Jak sprawić, by projektowane urządzenie elektroniczne pracowało poprawnie w szerokim zakresie temperatur? Pomożemy Ci znaleźć odpowiedzi na te pytania.

Generatory kwarcowe to elementy, którym większość inżynierów-elektroników nie poświęca zbyt wiele uwagi. W przypadku prostych aplikacji są to tanie podzespoły, a ich dobór często polega jedynie na wskazaniu pożądanej częstotliwości. Sprawa wygląda inaczej, gdy istotna jest wysoka stabilność częstotliwości. Wówczas okazuje się, że wybór generatora jest bardziej skomplikowany, a koszty stają się znaczące.

Proste generatory kwarcowe

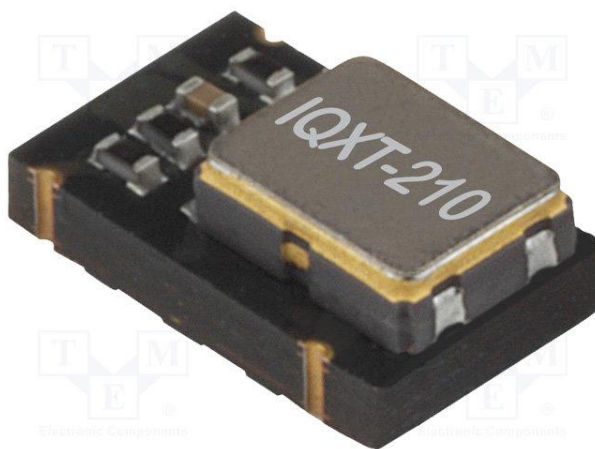
Proste generatory kwarcowe to układy zbudowane z oscylatora kwarcowego oraz odpowiednich obwodów, pozwalających uzyskać sygnał zegarowy na wyjściu podzespołu. Generatory te są łatwiejsze w użytku niż zwykłe rezonatory kwarcowe. Wystarczy je podłączyć do zasilania, by na pojedynczym wyjściu otrzymać pożądany sygnał. Niestety mają też wiele wad, które wynikają wprost z praw fizyki. Podstawowym ich problemem jest dryft temperaturowy generowanej częstotliwości. W najtańszych układach ma on wartość rzędu 100 ppm/C, co oznacza, że wraz z każdym stopniem Celsjusza temperatury, generowana częstotliwość zmienia się o 0,01%. Tak więc, w przypadku generatora 1 MHz, zmiana temperatury układu o 10°C powoduje, że jego częstotliwość zmienia się o 1 kHz. Co więcej, tanie generatory mają słabą stabilność długoterminową.

Generatory o układach TCXO

Rozwiązaniem problemu podatności temperaturowej generatorów kwarcowych jest wprowadzenie obwodów kompensacji i tworzenie układów TCXO (Temperature Compensated Crystal Oscillator). Dzięki nim, dla określonego przedziału temperatur pracy,

dryft krótkotrwały, w zależności od modelu, redukowany jest do poziomu od 0,28 ppm do 2,00 ppm. Deklarowany zakres temperatury pracy i generowana częstotliwość wpływają na dokładną wartość stabilności częstotliwości.

Przykładem układów TCXO są generatory serii IQXT-200 i IQXT-210 firmy IQD Frequency Products. Modele IQXT-210 wyróżniają się jeszcze skuteczniejszą kompensacją temperaturową i pozwalają uzyskać stabilność częstotliwości na poziomie $0,05 \text{ ppm} \div 1,00 \text{ pm}$. Warto przy tym zauważyć, że dotyczy to także modeli przeznaczonych do pracy w temperaturze od -40°C do $+85^{\circ}\text{C}$.



Generatory o układach TCVCXO

Generatory serii IQXT-200 i IQXT-210, których dalsza część nazwy przyjmuje wartości „-3” lub „-4” (np. IQXT-210-2) określane są mianem układów TCVCXO (Temperature Compensated Voltage Controlled Crystal Oscillator). Mają one wbudowaną możliwość ręcznej regulacji generowanej częstotliwości za pomocą napięcia. Zakres regulacji jest liniowy (z dokładnością do 10%) i wynosi od $\pm 10 \text{ ppm}$ do $\pm 15 \text{ ppm}$. Napięcie sterujące dla IQXT-210 mieści się w zakresie 0 V - 3 V, a dla IQXT-200 wynosi od 0 V do 3,3 V. Podanie napięcia ze środka tych przedziałów powoduje utrzymanie częstotliwości referencyjnej. Im napięcie jest wyższe, tym wyższa generowana częstotliwość.

Możliwość dodatkowej regulacji ma szczególne znaczenie w przypadku starzenia się układów. Dryft długoterminowy częstotliwości omawianych podzespołów nie przekracza $\pm 1 \text{ ppm}$ na rok, a więc regulacja napięciowa pozwala na kompensację tego dryftu w najgorszym przypadku nawet przez 10 lat.

Generatory o układach OCXO

Alternatywnym sposobem zapewniania wysokiej stabilności częstotliwości jest utrzymywanie stałej temperatury oscylatora. Z uwagi na to, że łatwiej jest kryształ podgrzewać niż go chłodzić, układy tego typu noszą nazwę OCXO (Oven Controlled Crystal Oscillator). Mają one rewelacyjną stabilność. Przykładem generatorów o tego typu układzie są serie IQOV-164 i IQOV-162 marki IQD Frequency Products. Stabilność IQOV-164 kształtuje się na poziomie $0,20 \text{ ppb} \div 50,00 \text{ ppb}$ (czyli $0,0002 \text{ ppm} \div 0,05 \text{ ppm}$). Dryft długoterminowy nie przekracza $0,1 \text{ ppm/rok}$. W przypadku nieco tańszych układów serii IQOV-162 stabilność częstotliwości wynosi od $0,01 \text{ ppm}$ do $0,1 \text{ ppm}$, a dryft nie przekracza $0,5 \text{ ppm/rok}$. Dostępne są generatory typu OCXO z regulowanym napięciem, posiadające zakres regulacji proporcjonalny do przewidywanego dryftu rocznego.

Generatory o układach MCXO

Ostatnią kategorię generatorów stanowią układy MCXO (Microcomputer Compensated Crystal Oscillator) wykorzystujące nowatorską technikę kompensacji temperaturowej. Do generatorów tego typu należy seria IQMT-100. Choć temperatura kryształu zmienia się, układy serii IQMT-100 są w stanie analizować jego pracę. Kompensują powstałą częstotliwość, uzyskując parametry zbliżone do generatorów typu OCXO, a jednocześnie mają znacznie mniejsze wymiary obudowy podzespołu. Stabilność temperaturowa układów IQMT-100 mieści się w zakresie od $0,05 \text{ ppm}$ do $0,50 \text{ ppm}$, a dryft roczny nie przekracza 1 ppm . Wersje z wejściem do regulacji napięcia pozwalają na zmianę generowanej częstotliwości w zakresie nawet do $\pm 15 \text{ ppm}$.

Podsumowanie

Generatory firmy IQD Frequency Products o częstotliwościach z zakresu od $3,68 \text{ MHz}$ do 100 MHz dostępne są w różnych odmianach. Ich nominalna częstotliwość pracy jest podawana z dużą dokładnością. Skuteczna kompensacja temperaturowa oraz stabilność długookresowa generatorów tej marki sprawiają, że mogą być stosowane w zaawansowanych konstrukcjach, wymagających bardzo precyzyjnych generatorów zegarowych. Więcej informacji dostępnych jest na stronie dystrybutora, firmy Transfer Multisort Elektronik – www.tme.eu.