

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



B-487

11/x-76

P13 - 9871

3989/2-76

Е.Винклер, В.М.Гребенюк, В.Г.Зинов

ГЕНЕРАТОР С ЧАСТОТОЙ 150 МГц,
СТАБИЛИЗИРОВАННЫЙ КВАРЦЕМ

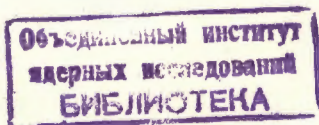
1976

P13 - 9871

Е.Винклер, В.М.Гребенюк, В.Г.Зинов

ГЕНЕРАТОР С ЧАСТОТОЙ 150 МГЦ,
СТАБИЛИЗИРОВАННЫЙ КВАРЦЕМ

Направлено в ПТЭ



Винклер Е. и др.

P13 - 9871

Генератор с частотой 150 МГц, стабилизированный
кварцами

В работе описывается генератор стабильной частоты, выполненный на микросхемах серии 138. Стабилизация частоты осуществляется фазовым компаратором, который сравнивает частоту основного генератора, поделенную в заданное число раз, с частотой опорного кварцевого генератора.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований
Дубна 1976

Winkler J. et al.

P13 - 9871

Quartz-Stabilized 150 Mc-Oscillator

The quartz-stabilized oscillator implemented with ECL integrated circuits (family 138) is described. Its frequency is being stabilized by phase-comparator, which compares the principal oscillator frequency divided by the defined factor with the frequency of base-quartz-oscillator.

The investigation has been performed at the
Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research
Dubna 1976

В экспериментальной ядерной физике широко используются преобразователи временных интервалов в цифровой код. Одним из основных узлов таких преобразователей является генератор серии. Требуемая нестабильность, как правило, составляет $10^{-4} \div 10^{-5}$, поэтому обычно используется кварцевый генератор. Однако создание кварцевого генератора на частоты свыше 100 МГц на основе существующих интегральных схем представляет значительные трудности вследствие недостаточной их широкополосности. Это обстоятельство затрудняет возможность возбуждения кварцевых резонансов на гармониках выше 5. Применение резонансного умножения кварцевой частоты приводит к появлению значительной модуляции выходной частоты.

В данной работе описывается генератор, стабилизируемый кварцевой частотой. Его принцип действия иллюстрируется рис. 1, а принципиальная схема приве-

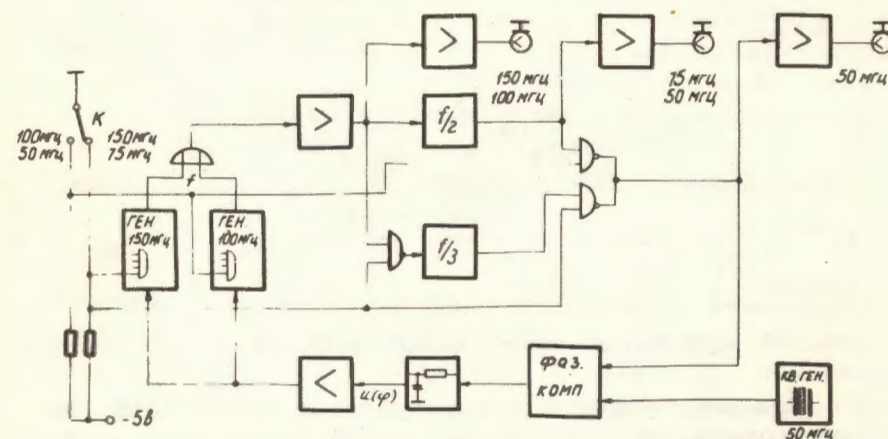


Рис. 1. Блок-схема стабильного генератора.

дена на рис. 2. Выход генератора /например, 150 МГц/ через делитель на 3 подается на один из входов фазового компаратора. На другой вход компаратора поступает сигнал кварцевого генератора. Выходное напряжение фазового компаратора через интегрирующую цепочку и усилитель поступает на стабилизируемый генератор. При воздействии дестабилизирующих факторов, таких, как изменение питания и температуры, обратная связь удерживает заданное значение частоты.

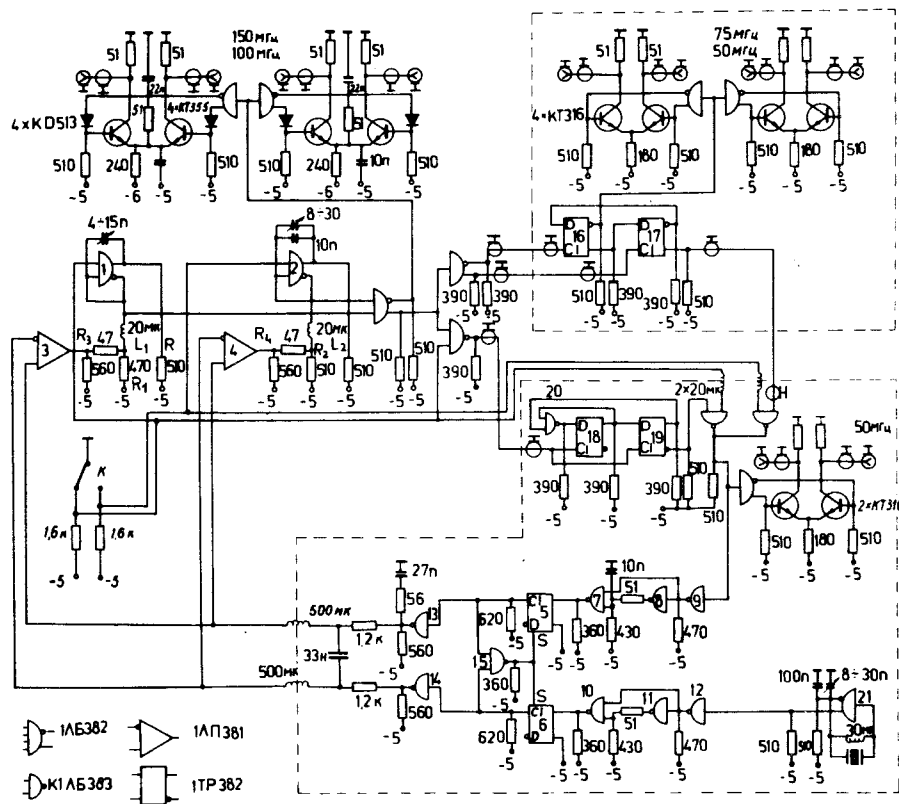


Рис. 2. Принципиальная схема стабильного генератора.

Важной частью всего устройства является фазовый компаратор. В качестве исходной схемы взят вариант из работы /1/. Использование микросхем серии ЭСЛ

К 138 существенно увеличило быстродействие компаратора. Он состоит из двух Д-триггеров /микросхемы 5,6/ и вентиля 15 /рис. 2/.

Между выходами триггеров 5 и 6 получается ряд импульсов, длительность которых зависит от сдвига фазы между входными импульсами и является периодической функцией с частотой биения между входными частотами. После усреднения напряжения этих импульсов в зависимости от фазы ϕ получается $U(\phi)$ /см. рис. 3а/. Это соответствует интегрированию с $RC \ll T_0 / T_0$ - период биения/. Учитывая задержки через логические элементы, после интегрирования напряжения в пределах нескольких периодов биения для усреднения напряжения получим

$$U(\Delta f) \sim |U(0) - U(1)| \left[\frac{(T - T_3)^2}{2T^2} - \frac{2T_3^2}{T^2} \right]. \quad /1/$$

Здесь T - период опорного генератора, T_3 - задержка распространения сигнала через логический элемент.

На рис. 3а пунктиром показано $U(\Delta f)$ при $f_1 > f_2$. При $f_1 < f_2$ $U(\Delta f)$ меняет знак. В режиме автоматической подстройки частоты f_2 приближается к f_1 . Вследствие этого период биения увеличивается и будет справедливо $T_0 \gg RC$. Поэтому интегрированное напряжение $U(\Delta f)$ стремится к $U(\phi)$. Можно выбрать RC так, что при изменении питания или температуры в режиме автоматической подстройки ϕ всегда находится вблизи 0. Это значит, что в стабилизируемом генераторе биения возникают только при его включении и являются следствием переходных процессов.

Из выражения /1/ можно легко получить условие

$$T_3 < \frac{1}{4} T. \quad /2/$$

Граничное условие /2/ работы фазового компаратора связано с использованием для его построения триггеров типа "защелка". Из выражения следует, что задержка распространения сигнала через логический элемент $T_3 \sim 5$ нс для микросхем серии 138 ограничивает опорную частоту ≤ 50 МГц. Назначение элементов на принци-

пильной схеме /рис. 2/ следующее: элементы 1 и 2 - генераторы на 150 и 100 МГц, соответственно; 3 и 4 - элементы управления током, а, следовательно, и частотой генераторов; 16-17 - делитель частоты на $2^{1/2}$; 18,19,20 - делитель частоты на 3; 13 и 14 - инверторы, используемые в качестве буферного каскада; инверторы 7...9 и 10...12 формируют короткие импульсы, которые необходимы для правильной работы компаратора.

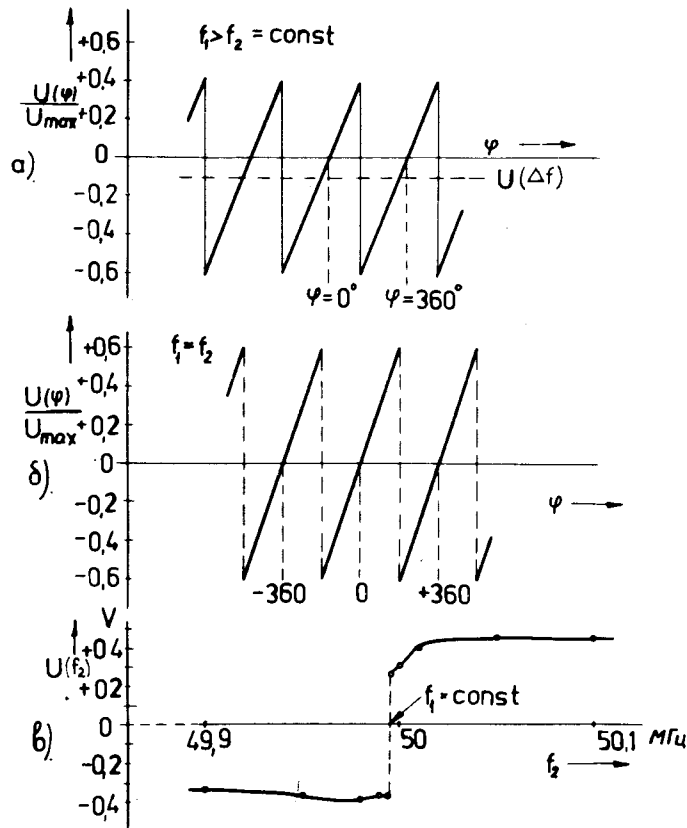


Рис. 3. Диаграммы фазового компаратора а/. Средние напряжения компаратора $U(\varphi)$ и $U(\Delta f)$; $T = 20$ нс и $T_3 = 4$ нс, $U_{\text{max}} = |U(0) - U(1)|$; б/ $U(\varphi)$ как на рис. а/, но $U(\Delta f) = 0$; в/. Измеренное напряжение $U(f_2)$ на входах схем 3 и 4 рис. 2.

На элементе 21 выполнен кварцевый генератор на 50 МГц. Выбор требуемого генератора осуществляется тумблером К, расположенным на передней панели блока. Для нормальной работы выходных каскадов на частоте 150 МГц использованы транзисторы КТ335 с корректирующими элементами в эмиттерной цепи и диодами КД513, смещающими уровень баз транзисторов.

Следует отметить особенности печатной платы, на которой собран генератор. Она состоит из 3 частей /выделены пунктиром на принципиальной схеме/, не имеющих общей "земли". Сигналы между отдельными платами передаются по коаксиальным кабелям, на которые надеты ферритовые кольца. Эти меры позволили снизить модуляцию выходной частоты, обусловленную работой кварцевого генератора и делителей частоты до уровня 1%.

В диапазоне изменения питания $6 \pm 0,5$ В нестабильность выходной частоты меньше 10^{-4} . Она соответствует нестабильности кварцевого генератора при изменении питания.

В заключение авторы пользуются случаем выразить благодарность В.Ф.Борейко, Ф. Габриэлю, В.Т.Сидорову за полезные обсуждения и ряд практических советов, Н.А.Блинову за монтаж блока.

Литература

1. F.E.Adams. *Phase Comparator for Servo Loops. Electronics*, 45, No. 26, 108 /1972/.
2. В.М.Гребенюк, В.П.Николаев, В.Т.Сидоров. Препринт ОИЯИ, 13-7998, Дубна, 1974.

Рукопись поступила в издательский отдел
14 июня 1976 года.