

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) RU⁽¹¹⁾ **170 413**⁽¹³⁾ U1

(51) МПК

H03K 3/027 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: [2016143806](#), 08.11.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
08.11.2016

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 08.11.2016

(45) Опубликовано: [24.04.2017](#) Бюл. № [12](#)

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 160958 U1 10.04.2016. RU 158709 U1 20.01.2016. RU 110884 U1 27.11.2011. US 6211709 B1 03.04.2001.

Адрес для переписки:

394026, г. Воронеж, Московский пр-т, 14,
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Воронежский
государственный технический
университет" (ВГТУ), патентный отдел

(72) Автор(ы):

Мушта Александр Иванович (RU),
Силимянкина Полина Владимировна
(RU),
Романова Елена Сергеевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Воронежский
государственный технический
университет" (ВГТУ) (RU)

(54) Генератор частотно-манипулированных прямоугольных импульсов

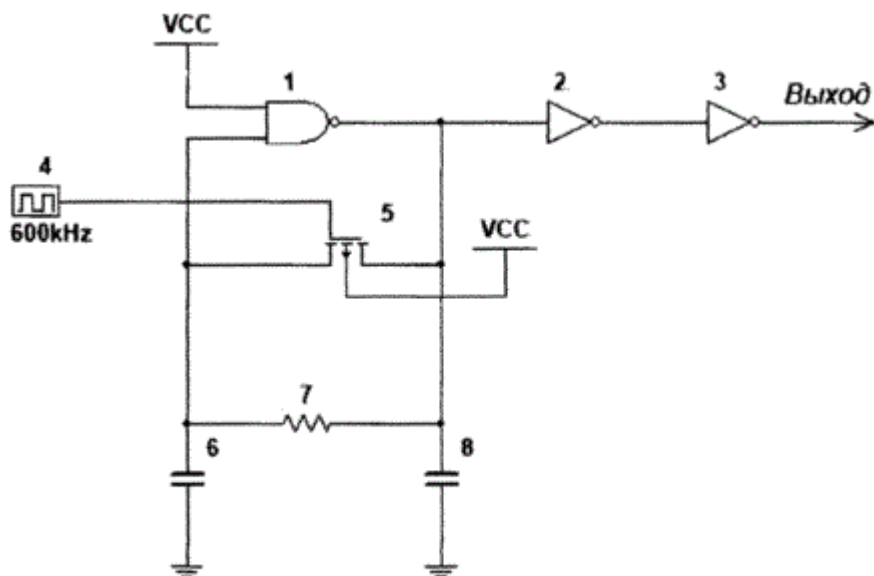
(57) Реферат:

Генератор частотно-манипулированных прямоугольных импульсов относится к области радиотехники и может быть использован в радиопередающих устройствах, в измерительной технике в качестве источника прямоугольных импульсов, манипулированных по частоте.

Генератор частотно-манипулированных прямоугольных импульсов содержит логический элемент 2И-НЕ, МОП-транзистор с индуцированным каналом р-типа, генератор манипулирующего, управляющего напряжения, П-образный RC-фильтр, состоящий из конденсаторов постоянной емкости и резистора постоянного сопротивления, буферный логический элемент.

Достижимый технический результат - расширение арсенала технических средств конструкции генератора на логическом элементе 2И-НЕ частотно-манипулированных прямоугольных импульсов.

Генерация частотно-манипулированных прямоугольных импульсов с частотами f_1 и f_0 обусловлена резкими изменениями сопротивления канала рМОП-транзистора, приводящими к значительному изменению сопротивления цепи обратной связи логического элемента 2И-НЕ, а значит, и времени прохождения сигнала с выхода логического элемента 2И-НЕ на его второй вход при поступлении на затвор рМОП-транзистора напряжения управляющего генератора каждого из перепадов 0→1 и 1→0 соответственно для частотной манипуляции генерируемых прямоугольных импульсов.



Фиг. 1

Полезная модель относится к области радиотехники и может быть использована в радиопередающих устройствах, в измерительной технике в качестве источника прямоугольных импульсов, манипулированных по частоте.

Наиболее близким к заявленному генератору частотно-манипулированных прямоугольных импульсов является известный генератор частотно-манипулированных прямоугольных импульсов - патент на полезную модель RU 160598 U1. Известный генератор частотно-манипулированных прямоугольных импульсов содержит логический элемент (ЛЭ) 2И-НЕ, МОП-транзистор с индуцированным каналом n-типа, генератор манипулирующего напряжения, П-образный RC-фильтр, буферный логический элемент, состоящий из первого логического элемента НЕ и второго логического элемента НЕ.

«Мировое производство полупроводниковых изделий в своей подавляющей части основано на конструктивно-технологическом базисе КМОП-приборов» - Г.Я. Красников. Конструктивно-технологические особенности субмикронных МОП-транзисторов. В 2-х частях. Часть 1 [стр. 7]. М.: Техносфера, 2002. Между тем, в патенте на полезную модель RU 160598 U1 «Генератор частотно-манипулированных прямоугольных импульсов» представлена конструкция генератора на логическом элементе 2И-НЕ (1) частотно-манипулированных прямоугольных импульсов, которая работоспособна лишь в том случае, когда в конструкции генератора используется только конкретная разновидность МОП-транзисторов, а именно nМОП-транзистор с индуцированным каналом. Это является недостатком описанного в патенте на полезную модель RU 160598 U1 генератора на логическом элементе 2И-НЕ (1) частотно-манипулированных прямоугольных импульсов. nМОП-транзисторы с индуцированным каналом составляют только половину множества МОП-транзисторов с индуцированным каналом. Вторую половину типов МОП-

транзисторов с индуцированным каналом составляют рМОП транзисторы. Генератор на логическом элементе 2И-НЕ частотно-манипулированных прямоугольных импульсов, представленный в патенте на полезную модель RU 160598 U1, не пригоден для применения в его конструкции рМОП-транзисторов. Поэтому возникает потребность расширения арсенала технических средств конструкции генератора на логическом элементе 2И-НЕ частотно-манипулированных прямоугольных импульсов.

Заявленная полезная модель «Генератор частотно-манипулированных прямоугольных импульсов» направлена на расширение технических средств, которые позволяют использовать рМОП-транзисторы в конструкции генератора на логическом элементе 2И-НЕ частотно-манипулированных прямоугольных импульсов.

Достижимый технический результат - расширение арсенала технических средств конструкции генератора на логическом элементе 2И-НЕ (1) частотно-манипулированных прямоугольных импульсов.

Это достигается тем, что введен МОП транзистор (5) с индуцированным каналом р-типа, подложка рМОП транзистора (5) соединена с потенциальным выводом источника питания генератора частотно-манипулированных прямоугольных импульсов, выход логического элемента 2И-НЕ (1) соединен с истоком рМОП-транзистора (5), второй вход логического элемента 2И-НЕ (1) соединен с истоком рМОП-транзистора (5), второй вход логического элемента 2И-НЕ соединен со стоком рМОП-транзистора, потенциальный выход генератора (4) манипулирующего напряжения присоединен к затвору рМОП-транзистора (5), при скачкообразных изменениях, перепадах $0 \rightarrow 1$ и $1 \rightarrow 0$ управляющего напряжения генерируется без разрыва фазы сигнала последовательность частотно-манипулированных прямоугольных импульсов с частотами f_1 и f_0 соответственно, при этом $f_1 < f_0$, генерация прямоугольных импульсов с частотами f_1 и f_0 обусловлена резкими изменениями сопротивления канала рМОП-транзистора, приводящими к значительному изменению сопротивления цепи обратной связи логического элемента 2И-НЕ, а значит, и времени прохождения сигнала с выхода логического элемента 2И-НЕ на его второй вход при поступлении на затвор рМОП-транзистора каждого из перепадов $0 \rightarrow 1$ и $1 \rightarrow 0$ соответственно напряжения управляющего генератора.

На фиг. 1 представлена функциональная схема заявленного генератора на логическом элементе 2И-НЕ (1) частотно-манипулированных прямоугольных импульсов. Она содержит логический элемент 2И-НЕ (1), генератор (4) манипулирующего, управляющего напряжения, П-образный RC-фильтр, состоящий из первого (6) и второго (8) конденсаторов постоянной емкости и резистора (7) постоянного сопротивления, буферный логический элемент, состоящий из первого (2) логического элемента НЕ и второго (3) логического элемента НЕ. Первый вход логического элемента 2И-НЕ (1) подключен к потенциальному выходу источника питания устройства, выход логического элемента 2И-НЕ (1) соединен с входом буферного логического элемента, при этом выход первого (2) логического элемента НЕ соединен с входом второго (3) логического элемента НЕ, выход второго (3) логического элемента НЕ является выходом генератора частотно-манипулированных прямоугольных импульсов, выход логического элемента 2И-НЕ (1) соединен также с истоком МОП транзистора (5) с каналом р-типа, с первым выводом резистора (7) и первым выводом второго конденсатора (8), второй вход логического элемента 2И-НЕ (1) соединен со стоком рМОП-транзистора (5), со вторым выводом резистора (7) и первым выводом первого конденсатора (6), вторые выводы конденсаторов (6) и (8) соединены с общей шиной источника питания устройства, потенциальный выход генератора модулирующего напряжения (4) присоединен к затвору рМОП-транзистора. Подложка рМОП-транзистора соединена с потенциальным выводом источника питания генератора частотно-манипулированных прямоугольных импульсов.

На фиг. 2,а представлена осциллограмма выходного сигнала генератора (4) манипулирующего напряжением, на фиг. 2,б - осциллограмма выходного сигнала генератора на логическом элементе 2И-НЕ (1) частотно-манипулированных прямоугольных импульсов с рМОП-транзистором (5) в конструкции генератора.

Генератор частотно- манипулированных прямоугольных импульсов работает следующим образом. Сопротивление R_{VT} МОП-транзистора с индуцированным каналом в зависимости от управляющего напряжения $U_{вх}$ может принимать два значения: $R_{VT}=R_{насыщения} \rightarrow 0$, если МОП-транзистор включен (находится в режиме насыщения), и $R_{VT}=R_{заперт} \rightarrow \infty$, если МОП-транзистор выключен (заперт) [Опадчий Ю.Ф. Аналоговая и цифровая электроника [стр. 410]. / Ю.Ф. Опадчий, О.П. Глудкин, А.И. Гуров. Под ред. О.П. Глудкина. М.: Радио и связь, 1996. - 768 с.].

Логический элемент 2И-НЕ (1) генератора частотно-манипулированных прямоугольных импульсов (фиг. 1) в цепи обратной связи содержит, в частности, сопротивление $R_{экв}$, образованное параллельно соединенными выходом (исток-сток) МОП-транзистора с каналом р-типа (5) и резистором (7) постоянного сопротивления.

При фиксированном напряжении на затворе рМОП-транзистора, например при напряжении на выходе управляющего генератора (4), равном напряжению логического нуля, рМОП транзистор включен (находится в режиме насыщения), поэтому $R_{VT}=R_{насыщения} \rightarrow 0$. В результате сопротивление $R_{экв}=R_{0экв}$ представляет собой фиксированную величину, близкую к нулю. Процесс генерации прямоугольных импульсов характеризуется постоянной частотой $f_{ген}=f_0$. Генерация прямоугольных импульсов с частотой f_0 будет продолжаться в течение времени, которое характеризуется низким уровнем (уровнем логического нуля) управляющего сигнала на затворе рМОП-транзистора. Частотная манипуляция последовательности прямоугольных импульсов отсутствует.

Переключение управляющего сигнала с низкого уровня (уровня логического нуля) на высокий уровень (уровень логической единицы) прекращает генерацию элементом 2И-НЕ импульсов с частотой следования f_0 .

Для реализации частотной манипуляции генерируемой последовательности прямоугольных импульсов генератором на логическом элементе 2И-НЕ с рМОП-транзистором в конструкции генератора, используя генератор (4) управляющего напряжения, изменим скачком $0 \rightarrow 1$ напряжение на затворе рМОП-транзистора. В результате рМОП-транзистор выключен (заперт), поэтому $R_{VT}=R_{заперт} \rightarrow \infty$. Поэтому эквивалентное сопротивление $R_{экв}=R_{1экв}$ скачком возрастет. Пределом роста сопротивления $R_{1экв}$ является величина сопротивления резистора (7). За счет роста эквивалентного сопротивления $R_{1экв}$ увеличится время задержки прохождения сигнала с выхода логического элемента 2И-НЕ на его второй вход. Это влечет за собой снижение частоты генерации $f_{ген}=f_1$. Таким образом, частоты генерации f_1 и f_0 связаны соотношением

$$f_1 < f_0. \quad (1)$$

Генерация прямоугольных импульсов с частотой f_1 будет продолжаться в течение времени, которое характеризуется высоким уровнем (уровнем логической единицы) управляющего сигнала на затворе рМОП-транзистора.

Переключение управляющего сигнала с высокого уровня (уровень логической единицы) на низкий уровень (уровень логического нуля) прекращает генерацию элементом 2И-НЕ импульсов с частотой следования f_1 . При очередном скачкообразном $1 \rightarrow 0$ изменении напряжения на затворе рМОП-транзистора сопротивление канала рМОП-транзистора резко уменьшится, поэтому скачком снизится величина эквивалентного сопротивления $R_{экв}=R_{0экв}$. Все это приведет к резкому увеличению частоты генерации импульсной последовательности прямоугольных импульсов. Частота генерации снова принимает значение $f_{ген}=f_0$.

При скачкообразных изменениях, перепадах $1 \rightarrow 0$ и $0 \rightarrow 1$ управляющего напряжения генерируется без разрыва фазы сигнала последовательность частотно-манипулированных прямоугольных импульсов с частотами f_0 и f_1 соответственно.

В итоге получена частотно-манипулированная последовательность прямоугольных импульсов. Переход с частоты f_0 генерации прямоугольных импульсов на частоту генерации f_1 (как и далее переход с частоты генерации f_1 на частоту генерации f_0) происходит без разрыва фазы сигнала генерируемой прямоугольной импульсной последовательности.

Проведено моделирование генератора частотно-манипулированных прямоугольных импульсов на логическом элементе 2И-НЕ с рМОП-транзистором в конструкции генератора (фиг. 2). При моделировании использованы: рМОП-транзистор с индуцированным каналом, длина канала $l=0.18\mu$, ширина канала $w=0.22\mu$; параметры П-образного фильтра: конденсатор (6) 2pF , конденсатор (8) 2pF , резистор (7) $5.1\text{k}\Omega$; типы логических элементов: ЛЭ(1) 2И-НЕ $\rightarrow 74\text{F00D}$, ЛЭ(2) НЕ $\rightarrow 74\text{F04N}$, ЛЭ(3) НЕ $\rightarrow 74\text{F04N}$; $+V_{CC} \rightarrow 5\text{V}$; максимальное напряжение генератора манипулирующего напряжения $\rightarrow 5\text{V}$.

Временная диаграмма выходного сигнала генератора (фиг. 2, б) иллюстрирует процесс генерации на логическом элементе 2И-НЕ (1) с рМОП транзистором в конструкции генератора частотно-манипулированной последовательности прямоугольных импульсов. При этом перепад напряжения $0 \rightarrow 1$ на затворе МОП-транзистора сопровождается генерацией прямоугольных импульсов на частоте f_1 , а перепад напряжения $1 \rightarrow 0$ на затворе МОП-транзистора сопровождается генерацией прямоугольных импульсов на частоте f_0 . Частоты генерации f_0 , f_1 прямоугольных импульсов согласуются с неравенством (1) $f_1 < f_0$.

Осуществление частотной манипуляции последовательности прямоугольных импульсов обусловлено резким изменением сопротивления канала рМОП-транзистора (5) под действием управляющего напряжения генератора (4), воздействующего на затвор рМОП-транзистора (5).