




Product:	TUSB320 USB Type-C™ Konfigurationskanalogik und Portsteuerung	 
Description:	Stattet Typ-C-USB-Anschlüsse mit der Konfigurationskanalogik (CC) aus, die für Typ-C Ökosysteme erforderlich ist.	 Datenblatt herunterladen

[Все](#)
[Новости](#)
[Статьи](#)
[Библио](#)
[Схемы](#)
[Datasheet](#)
[Сайты](#)
[Приборы](#)
[Цены](#)
[Форум](#)
[Еще »](#)

[расширенный поиск +](#)


[en](#)

Схемы » [Измерения](#) · [Медицина](#) · [Применение микроконтроллеров](#)

Срезы: [Измерительные приборы](#)
[Микроконтроллеры](#)

30-11-2012

Easy Pulse - самодельный датчик для измерения частоты пульса. Часть 1 - Теория и схема



Looking for Electronic Components?

Find

На страницах портала [РадиоЛоцман](#) в разделе [Схемы](#) не так давно публиковалась статья «[Измеритель пульса на микроконтроллере PIC16F628A](#)», в которой рассматривались схема и конструкция ИК датчика для определения частоты пульса по изменению объема крови в артерии пальца. Такой метод относится к фотоплетизмографии – методу непрерывной графической регистрации изменений объема крови, отражающих динамику кровенаполнения сосудов исследуемых органов, части тела человека или животного, основанного на измерении оптической плотности. Однако спецификации датчика в этой статье не было. Несмотря на это, схема датчика была проста для повторения, причем можно было использовать различные ИК светодиоды и фотодиоды, и для корректной работы потребовалось бы лишь подобрать номинал токоограничительного резистора и резистора обратной связи.



Срезы ↓

- [Измерения](#)
- [Микроконтроллеры](#)
- [Силовая электроника](#)
- [Электронные компоненты](#)
- [Arduino New!](#)
- [Автоматизация](#)
- [Безопасность](#)
- [Беспроводные технологии](#)
- [Ветроэнергетика](#)
- [Инструменты и технологии](#)
- [САПР и ПО](#)
- [Светотехника](#)
- [Солнечная энергетика](#)



- [Реклама на РЛ](#)
 - [Размещение прайс листов](#)
- [Подписка на обновления](#)
- Журналы:
 - [РадиоЛоцман](#)
 - [Радиолюбитель](#)
- [Авторам](#)
- [Сотрудничество](#)
- [Контакты](#)
- РЛ в социальных сетях:



Цифровой...



Расчет схемы
мощного регулятора
сетевых...



Измеритель пульса...

Рисунок 1.
Внешний вид платы ИК-датчика Easy Pulse

В этой статье речь пойдет о модернизированной версии сенсора, получившей название Easy Pulse. В проекте используется специальный ИК-датчик [TCRT1000](#), который упрощает схему и конструкцию, так как ИК-светодиод и фототранзистор расположены в одном компактном экранированном корпусе. Его конструкция позволит снизить помехи от внешней засветки и повысить эффективность датчика. Конструктивно датчик представляет собой компактную печатную плату, содержащую также схему преобразования и нормирования сигнала. На выходе датчика мы получаем цифровые импульсы, синхронизированные с пульсом (Рисунок 1). Датчик может подключаться к АЦП или к цифровому входу микроконтроллера для дальнейшей обработки и вычисления значения пульса (количество ударов сердца в минуту).

Теория

Проект основан на принципе фотоплетизмографии, который является неинвазивным методом измерения изменения объема крови в тканях с помощью источника света и фотодетектора.

Поскольку изменение объема крови синхронно с биением сердца, этот метод может использоваться для расчета частоты сердечных сокращений. Существует два основных типа фотоплетизмографии: один основан на пропускании света, другой на отражении. В первом случае световой пучок пропускается сквозь часть тела человека (например, через палец или мочку уха), а фотодетектор определяет результирующую интенсивность света, поэтому источник излучения и приемник располагаются напротив друг друга. Во втором случае источник света и фотоприемник располагаются на одной стороне, и информацию о пульсе несет отраженный сигнал. Измерение пульса по такому методу может производиться на любой части человеческого тела. При любом методе измерений в интенсивности света, отраженного от объекта или прошедшего через часть тела, будут обнаружены флуктуации в соответствии с пульсирующим потоком крови, вызванных биением сердца.

На Рисунке 2 схематически изображен датчик для получения сигнала пульса от пальца человека. ИК-светодиод используется для освещения пальца субъекта. В зависимости от объема крови в пальце, поглощается больше или меньше света, следовательно, меняется интенсивность отраженного света. Графическое представление зависимости изменений сигнала во времени и есть сигнал фотоплетизмографии.

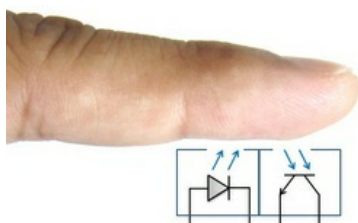


Рисунок 2.
Метод пальцевой фотоплетизмографии (исследование отраженного сигнала).

Фотоплетизмограмма имеет несколько составляющих, она регистрирует волны первого, второго и третьего порядка. Волны второго и третьего порядка относятся к медленным колебаниям (их можно назвать постоянной составляющей). Волны 1-го порядка относятся к быстрым колебаниям и соотносятся с пульсом (можно назвать переменной составляющей). Они отражают движение объема крови в измеряемой точке во время систолы и диастолы и могут использоваться в качестве источника информации о пульсе. Для извлечения данного сигнала потребуются эффективные схемы усиления и нормирования сигнала.



Принципиальная схема

Как было сказано выше, в качестве ИК сенсора используется TCRT1000 – экранированный оптический отражательный датчик компании [Vishay](http://Vishay.com), в состав которого входят ИК-светодиод и фототранзистор. На Рисунке 3 изображена схема включения внешних компонентов, необходимых для управления датчиком. Подача высокого уровня на вход **Enable** включает ИК-светодиод, т.е. активирует сенсор TCRT1000. Палец человека сверху датчика действует как отражатель, фототранзистор фиксирует отраженный свет.

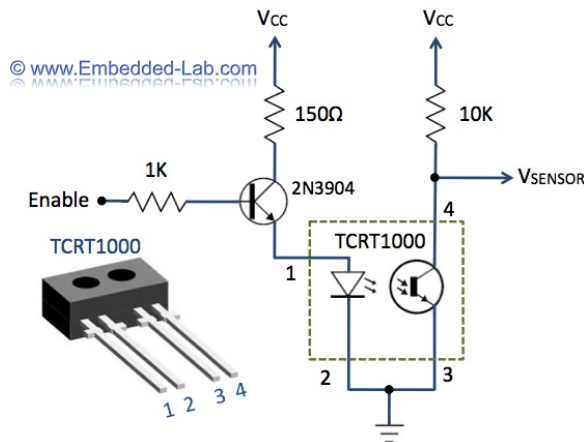


Рисунок 3.

Схема включения внешних компонентов для управления оптическим датчиком TCRT1000.

На выходе датчика (V_{SENSOR}) мы получим периодический физиологический сигнал, связанный с изменением интенсивности отраженного ИК-излучения, обусловленным пульсирующим объемом крови в пальце. Сигнал, таким образом, синхронизирован с частотой сердцебиения. Следующая схема (Рисунок 4) представляет собой первый этап преобразования сигнала от ИК-датчика, на котором выполняется подавление достаточно больших медленных волн (постоянной составляющей) и повышение слабых быстрых волн (переменной составляющей), которые несут информацию о пульсе.

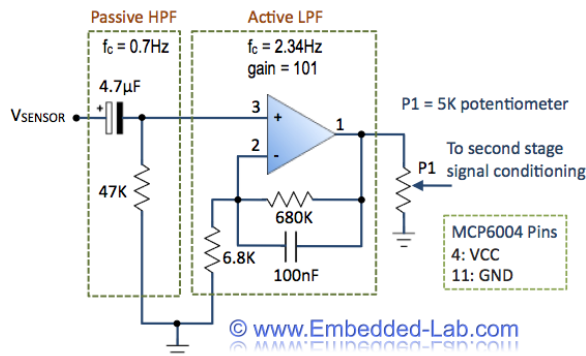


Рисунок 4.

Схема пассивного фильтра верхних частот и активного фильтра нижних частот – первый этап преобразования и нормирования сигнала от ИК-датчика TCRT1000.

На схеме выше видно, что сигнал с ИК-сенсора сначала проходит через пассивный фильтр верхних частот (ФВЧ), чтобы избавиться от постоянной составляющей. Частота среза фильтра (f_c) равна 0.7 Гц. Далее сигнал проходит через активный фильтр нижних частот (ФНЧ), выполненный на операционном усилителе. Коэффициент усиления фильтра равен 101, частота среза – 2.34 Гц. Такое решение позволяет устранить нежелательный сигнал постоянной составляющей и высокочастотные шумы, в том числе, наводку сети переменного тока 50 Гц (60 Гц), и усилить нужный сигнал, несущий информацию о пульсе, в 101 раз.

Далее следует еще одна подобная схема фильтрации (ФВЧ, ФНЧ) и усиления сигнала (Рисунок 5). Таким образом, общий коэффициент усиления составляет $101 \times 101 = 10201$. В результате, две стадии фильтрации и усиления преобразуют входной сигнал фотоплетизмографии в ТТЛ импульсы, которые синхронны с сердцебиением. Частота этих импульсов (f) связана с частотой сердечных сокращений (BPM) формулой:

$$\text{Beats per minute (BPM)} = 60 \times f$$

Потенциометр 5 кОм на выходе первой схемы фильтрации и усиления нужен для достижения общего коэффициента менее 10201. Светодиод на выходе второй схемы фильтрации и усиления будет мигать с частотой сердцебиения. Заключительный узел схемы представляет собой простой не инвертирующий буфер для понижения выходного сопротивления. Это важно, если для чтения сигнала используется АЦП микроконтроллера.

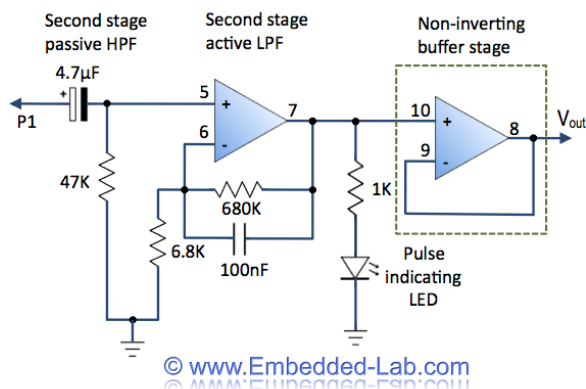


Рисунок 5. Вторая стадия фильтрации и усиления сигнала и выходной неинвертирующий буфер.

Все операционные усилители, используемые в схеме, находятся в одной четырехканальной микросхеме – [MCP6004](#). Усилители имеют низкое энергопотребление и сохраняют работоспособность при напряжении питания в диапазоне от 1.8 до 6.0 В.

ИК-сенсор можно установить на плату, а можно вынести на шлейфе (Рисунок 6). Это придает гибкость при использовании, так как в таком случае его можно закрепить между двумя пальцами или на ладони.

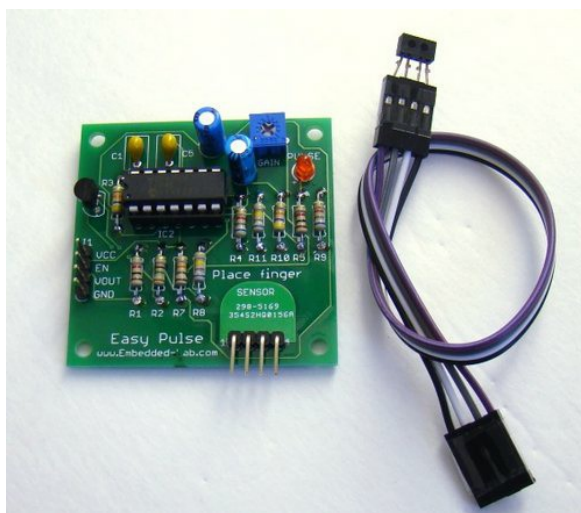


Рисунок 6. ИК-сенсор может подключаться к плате при помощи шлейфа.

Диапазон напряжений питания платы сенсора, равный 3 – 5 В, позволяет использовать ее с семействами микроконтроллеров с напряжением питания 3.3 В или 5 В.

[Часть 2](#) – Проверка основных параметров, работа с датчиком.

embedded-lab.com

На английском языке: [Easy Pulse: A DIY photoplethysmographic sensor for measuring heart rate.](#)

[Хотите получать уведомления о выходе новых материалов на сайте?](#)
[Подпишитесь на рассылку!](#)

ELV - Smart Home Wochen

Alles zu LEDs online bei ELV. Bis Ende November Vorteile sichern!



Для комментирования материалов с сайта и получения полного доступа к нашему форуму Вам необходимо [зарегистрироваться](#).

Имя	<input type="text" value="Имя"/>	<input type="checkbox"/> Запомнить?
Пароль	<input type="password"/>	<input type="button" value="Вход"/>

Фрагменты обсуждения:

[Полный вариант обсуждения »](#)

- В свое время пытались строить подобные датчики на базе клипсы на просвет как мобильные. Пытались, потому как наступил диплом и стало не до того. Датчик на отражение в принципе для этого должен подойти достаточно с обратной стороны подложить отражатель ик излучения.
- Все это хорошо для больного под наркозом (не движется). В такой схеме от мионаводок избавиться невозможно (проверено долгими клиническими испытаниями) - дернули пальчиком - получили крокозябру. Динамический диапазон сигнала фотоответа может превышать 60 дБ (амплитуда может падать в 1000 и более раз даже у одного человека, в зависимости от его состояния в данный момент. Пример: измеряем амплитуду сигнала, глубоко вдыхаем и задерживаем дыхание. Гарантируется падение амплитуды в 10 - 100 раз.) Все эти схемки - радиолюбительство на школьном уровне. В нормальных детекторах лжи применяются те же принципы, но обработка сигнала иная.
- Это же элементарно, Ватсон. Параметры нормального пульса известны. Возможные отклонения тоже не секрет и не новость. Создаем генератор имитирующий пульс и корректируем его показаниями датчика. А поскольку такой приборчик все равно ну ни как не обойдется без процессора, то генератор запросто можно организовать программно. В этом случае помехи уже не важны. Программа не анализирует весь шум а только вылавливает полезный сигнал. Ну к примеру выделяет среднее значение на тех или иных участках, отсекает мгновенно возникающие большие помехи как невероятные, а следовательно ошибочные, в общем отслеживает полезный сигнал, сравнивает наблюдаемую динамику с виртуальной и корректирует временные параметры виртуального пульса. Даже если в какие то мгновения датчик окажется не на пальце, то программа отбросит эти замеры как невероятные.
- Неуверено, что схема выполненная на операционном усилителе (рис.4) активный фильтр нижних частот (ФНЧ).
- Artak_Barsegyan Откуда такие сомнения? В цепи отрицательной обратной связи стоит ёмкость.
- А почему только "пытались". У меня дома велотренажер и на нем есть такая клипса.

[Полный вариант обсуждения »](#)

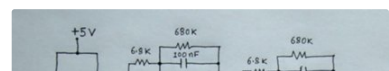
Рекомендуемые публикации по теме:

- | | |
|---------|---|
| Форум | » Обсуждение: Easy Pulse - самодельный датчик для измерения частоты пульса. Часть 2 - Работа с платой сенсора, проверка основных параметров |
| Схемы | » Easy Pulse - самодельный датчик для измерения частоты пульса. Часть 2 - Работа с платой сенсора, проверка основных параметров |
| Новости | » Freescale представляет новые датчики, устойчивые к измерениям в агрессивных средах, для автомобильных применений |
| Книги | » Датчики в современных измерениях |
| Форум | » Обсуждение: Измерение мощности лазерного излучения с помощью модифицированного МЭМС датчика давления |

При перепечатке материалов с сайта **прямая** ссылка на [РадиоЛоцман](#) обязательна.

Приглашаем авторов статей и переводов к [публикации материалов](#) на страницах сайта.

Главное сегодня



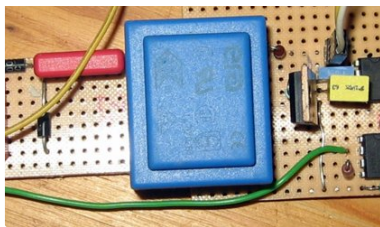
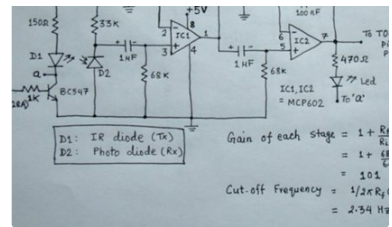


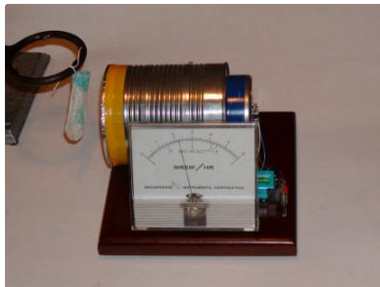
Схема счетчика
Гейгера (детектора...



Лазерный проектор на
эффекте инертности...



Измеритель пульса на
микроконтроллере...



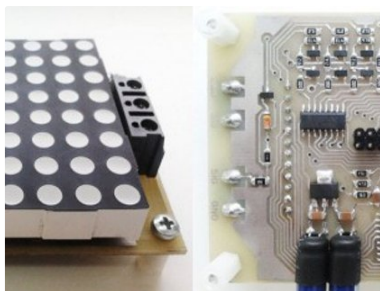
Недорогой и
чувствительный...



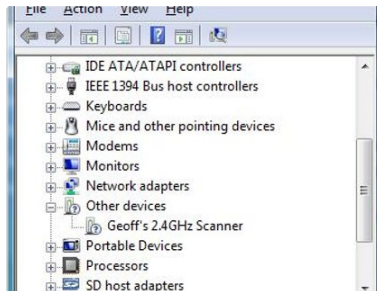
УКВ приемник
(монитор) Гарри...



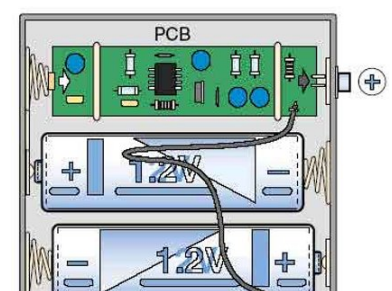
Превратите свой
смартфон в шагомер...



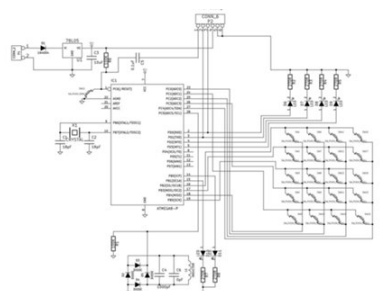
Двухцветный
анимированный...



Сканер
радиодиапазона 2.4...



Повышающий
преобразователь в...



Универсальный RFID
ключ. Часть 2 - ...



Простая схема рисует
картинки на экране...



Датчик движения для
охранного освещения