

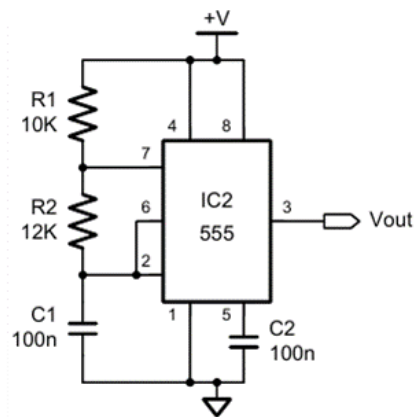


Рис. 11: Генератор на 555.

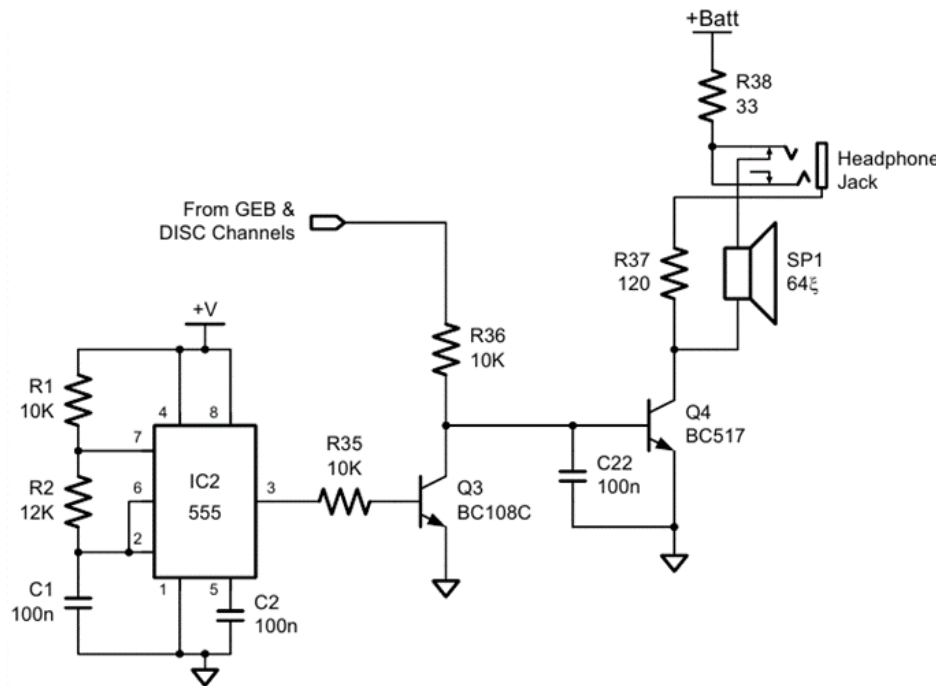


Рис. 12: Полная схема аудио.

Таймер NE555 настроен на нестабильную работу. При подключении контактов 2 (триггер) и 6 (порог) он запустится сам и будет работать как мультивибратор. В этом режиме работы конденсатор $C1$ заряжается и разряжается между $1/3 +V$ и $2/3 +V$. Время заряда и разряда не зависит от напряжения питания, как и частота колебаний. Время заряда (высокий выход) определяется по формуле:

$$t1 = 0.685(R1 + R2)C1$$

и время разряда (низкий выходной сигнал) на:

$$t2 = 0.685 \cdot R2 \cdot C1$$

Таким образом, частота определяется по формуле:

$$f = \frac{1.46}{(R1 + 2 \cdot R2) \cdot C1}$$

Для значений, представленных на рисунке 9-11, $t1 = 1,52$ мс, $t2 = 0,83$ мс и $f = 423,5$ Гц. Звуковая частота, используемая коммерческими детекторами, сильно различается. Некоторые из них составляют всего 293 Гц, тогда как другие

достигают 950 Гц. Если вы предпочитаете использовать другую звуковую частоту, просто пересчитайте значения для пассивных компонентов.

В качестве альтернативы, в Интернете есть несколько онлайн-калькуляторов NE555, которые облегчат работу. Схемы аудиопрерывателя и усилителя относительно просты, как можно увидеть на рисунке 12. Аудиогенератор таймера NE555 управляет выходным каскадом аудио, который смещен выходом с каналов GEB и DISC (подробнее об этой части скоро). Транзистор, управляемый генератором, часто называют прерывателем, поскольку он «обрывает» сигнал смещения. При обнаружении металлической цели сигнал смещения увеличивается и включает первый транзистор, позволяя аудиосигналу проходить на окончательный аудиокаскад, который управляет динамиком или наушниками. Обратите внимание, что второй транзистор (BC517) представляет собой транзистор Дарлингтона NPN. Теперь все становится интереснее!

Далее нам нужно добавить второй дифференцирующий каскад к каналам GEB и DISC для повышения чувствительности детектора.

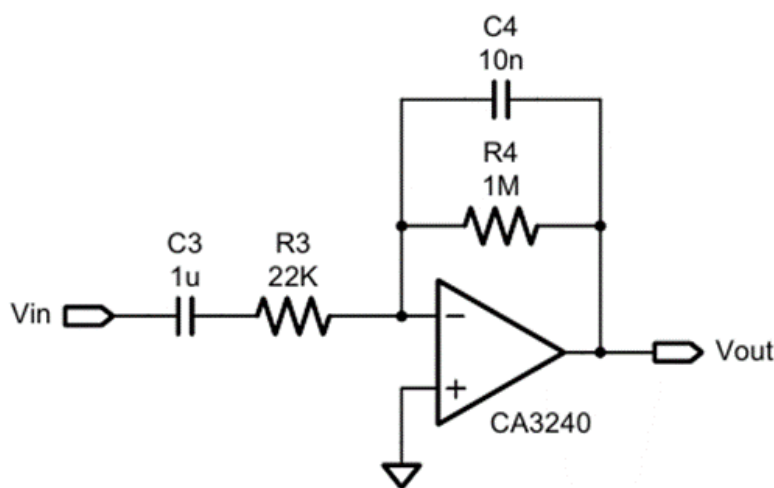


Рис. 13: Вторая стадия дифференциации.

Предлагаемая схема на рисунке 13. является инвертирующей версией предыдущего дифференцирующего устройства, но с усилением 29,9 дБ (31,2х). Вы можете сравнить частотную характеристику двух дифференцирующих схем, изучив рисунок 14.

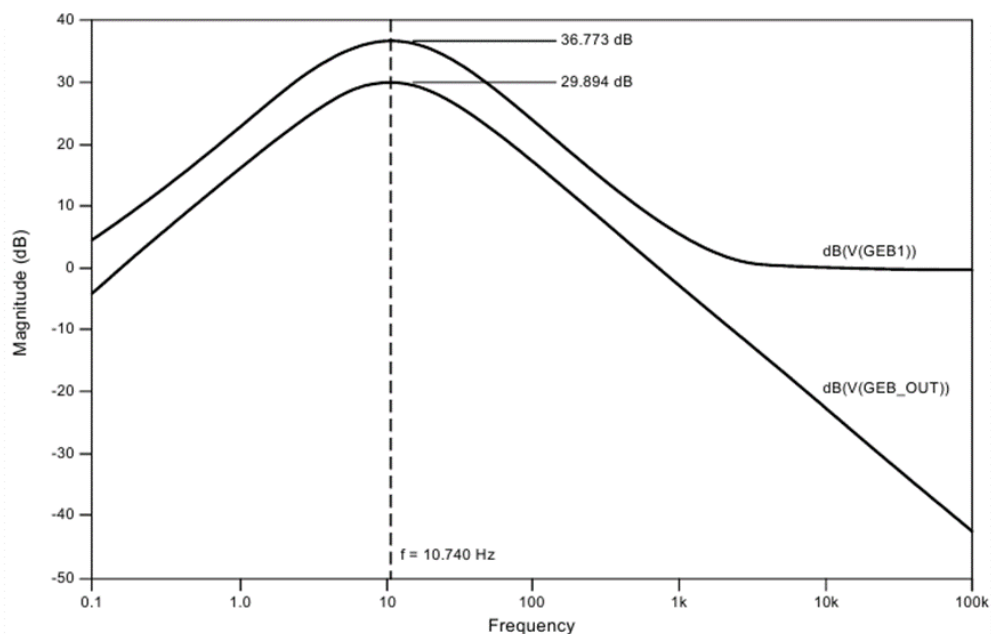


Рис. 14: Сравнение частотных характеристик дифференциаторов.

Обратите внимание, в частности, что отклик инвертирующей схемы продолжает спадать на 20 дБ на декаду и не выравнивается, как у первой схемы. На этом этапе давайте вспомним, где мы находимся. Сигнал GEB генерируется путем выборки сигнала RX в точке пересечения нуля, где сигнал переходит от отрицательного к положительному. Если цель из железа или нежелеза попадает в электромагнитное поле поисковой катушки, фаза сигнала сдвигается влево относительно сигнала TX. Таким образом, импульс выборки видит положительное напряжение для всех целей. Обнаружение цели из нежелеза несколько усиливается, потому что амплитуда также увеличивается, и поскольку цели из железа вызывают уменьшение величины, это имеет тенденцию снижать чувствительность детектора к небольшим фрагментам железа. Рассматривая только канал GEB в это время, должно быть сразу очевидно, что это режим работы «все металлы». Влияние грунта игнорируется (как объяснялось ранее), потому что есть только изменение величины без связанного с этим сдвига фазы. В этом случае точка пересечения нуля остается фиксированной, и результат по-прежнему равен нулю. Наконец, аудиосхема требует сигнала из канала GEB, который будет увеличиваться по амплитуде при наличии цели, чтобы произвести звуковой тон. Теперь – если вы были внимательны, вы, вероятно, думаете, что здесь где-то ошибка. Давайте подумаем об этом ... Выход аналогового переключателя GEB увеличивается для всех целей, и аудиосхеме требуется сигнал, который увеличивается. Так в чем же проблема? Просто в том, что мы поместили второй каскад дифференциатора в канал GEB, который производит инверсию сигнала. Так разве это не означает, что этот канал теперь производит сигнал, который уменьшается по амплитуде для всех целей, а не наоборот? Давайте попробуем объяснить, что происходит.

Чтобы лучше понять это, нам нужно сделать небольшой расчет, затем мы запустим симуляцию, чтобы прояснить ситуацию. Мы собираемся сделать некоторые оценки и предположения, основанные на лучшем предположении, но результаты будут достаточно близки, чтобы доказать точку зрения. Сначала представим, что мы ведем детектор по дуге, как будто мы ищем землю снаружи. Если расстояние от центра дуги составляет 1 метр, и мы поворачиваем поисковую катушку на угол 90 градусов, то расстояние, пройденное за одно движение слева направо, составит 1,57 м. Это также может быть и справа налево, но для этих расчетов нет никакой разницы. Если мы сделаем один проход катушкой за 1 секунду, то скорость качания составит 1,57 м/с. Далее предположим, что используемая нами поисковая катушка — концентрического типа с катушкой TX диаметром 200 мм (приблизительно 8 дюймов) и катушкой RX диаметром 60 мм. Если вы проследите за сигналом RX с помощью осциллографа, то легко увидите, что монета начинает производить сигнал, амплитуда которого увеличивается по мере пересечения края катушки TX. Этот сигнал продолжает увеличиваться, пока не достигнет центра приемной катушки, а затем снова начнет уменьшаться. Увеличение и уменьшение не являются линейными по всей поверхности катушки, поэтому этот эксперимент является всего лишь приблизительным. Хотя любая разница в результатах между этой простой моделью и реальностью практически необнаружима. Чтобы продемонстрировать секрет, был использован симулятор SPICE для имитации того, что происходит, когда монета пересекает поверхность катушки. Были смоделированы как полные каналы QEB, так и DISC, и вход каждого канала управлялся идеальным откликом от цели. Обращаясь к рисунку 15, вы увидите, что верхняя трасса состоит из двух сигналов — вход QEB и вход DISC, которые показывают идеальные входные сигналы. Они представляют собой модуляцию, извлеченную синхронными демодуляторами (другими словами, аналоговыми переключателями). В этом примере предполагалось, что монета пройдет от края катушки до центра за время 63,7 мс, рассчитанное из скорости поиска 1,57 м/с и радиуса катушки, который составляет 100 мм. Аналогично, то же время потребуется, чтобы пересечь другую половину катушки. Показаны два треугольных импульса, которые представляют две отдельные цели. Первый импульс — это цель из цветного металла, а второй — из железа. Для простоты они оба возвращают максимальную амплитуду 1 мВ. Для входа QEB две цели дадут положительный ответ, а вход DISC дает положительный ответ для цветного металла и отрицательный ответ для железа, как подробно объяснялось ранее в этой главе.