

любителя. Это также даст нам возможность использовать другие коммерческие катушки, а не только те, что от Tesoro. На рисунке 7 показан предлагаемый пример схемы генератора импульсов.

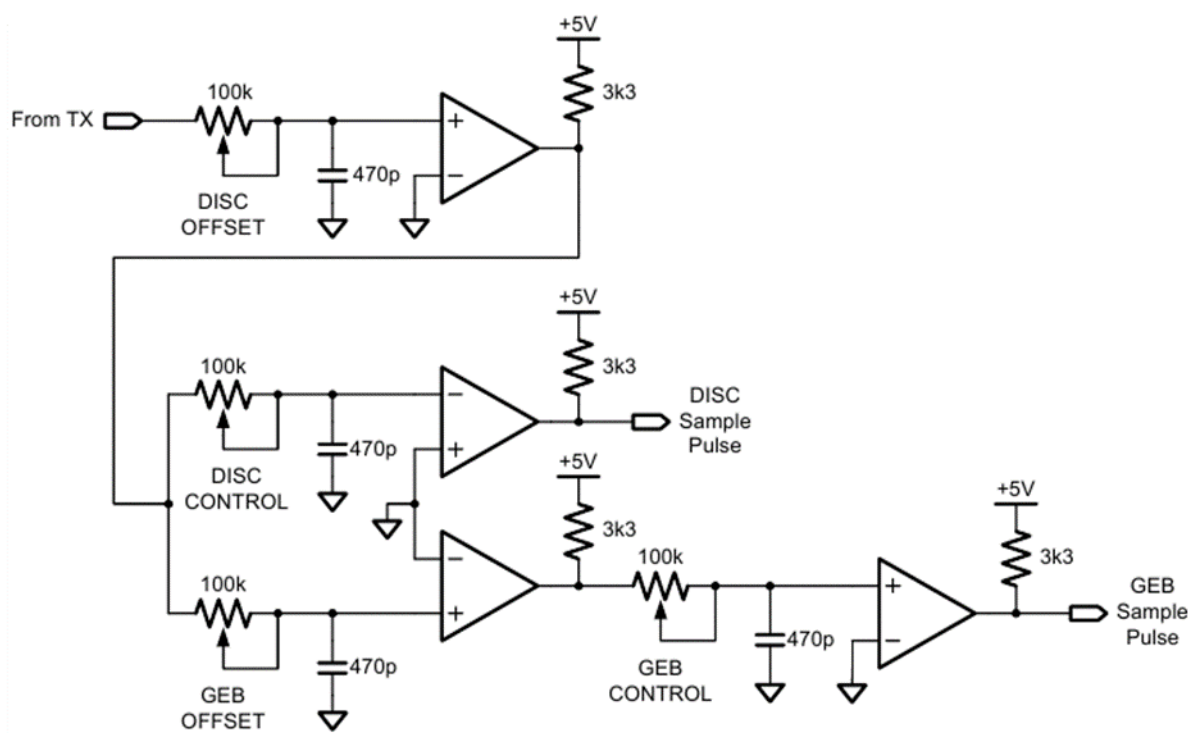


Рис. 7: Генератор импульсов выборки GEB и DISC

Потенциометр DISC должен быть расположен на передней панели блока управления, тогда как потенциометры GEB OFFSET, GEB CONTROL и DISC OFFSET являются многооборотными резисторами, расположенными на печатной плате. Мы рассмотрим процедуру настройки GEB и DISC позже в этой главе. Схема управляется генератором TX (коллектор Q1), а выход первого компаратора (LM339) обеспечивает прямоугольную волну, работающую на той же частоте, что и передатчик, но которая может быть смещена на 56° регулировкой DISC OFFSET. Обратите внимание, что компаратор, связанный с импульсом выборки DISC, используется в инвертирующей конфигурации, тогда как остальные три компаратора являются неинвертирующими. Регулируя потенциометры и предустановки соответствующим образом, можно расположить импульсы выборки GEB и DISC в правильных местах на полученной форме сигнала. Компараторы LM339 имеют выходы с открытым коллектором, поэтому для каждого из них требуется подтягивающий резистор.

Аналоговые переключатели CMOS(КМОП).

Следующий шаг в процессе проектирования — обеспечить некоторые средства выборки принятого сигнала и сохранения результата до следующего импульса выборки. Удобный и эффективный метод — использовать аналоговые переключатели CMOS, которые могут запускаться импульсами выборки из предыдущей схемы. См. Рисунок 8.

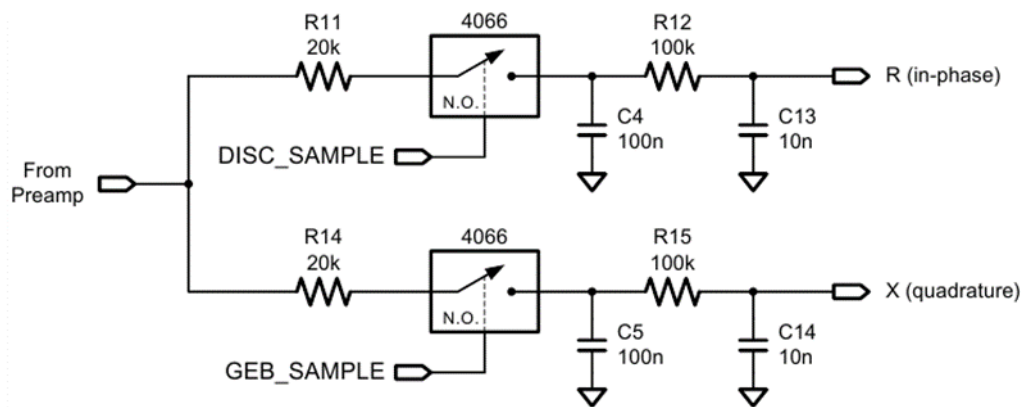


Рис. 8: Выборка и удержание GEB и DISC.

При установке импульса GEB SAMPLE на выборку в точке перехода через ноль принимаемого сигнала проверка сигнала на выходе затвора выборки GEB покажет, что амплитуда равна нулю вольт. Регулировка управления GEB в любую сторону от этого положения приведет к увеличению или уменьшению амплитуды. Когда перед катушкой проходит цель из железа или цветного металла, амплитуда увеличится. Однако, если ведро с землей пропустить перед катушкой, то будет мало или (в идеале) не будет ответа. То же самое относится к небольшому кусочку феррита. Аналогично, импульс DISC SAMPLE должен быть расположен на пике приемного сигнала, и проверка сигнала на выходе затвора выборки DISC выявит положительное напряжение. В этом случае, однако, цветная цель вызовет увеличение этой амплитуды, а железная цель вызовет уменьшение амплитуды.

Режим динамического поиска.

Этот детектор предназначен для поиска в динамическом режиме. То есть он будет реагировать на скорость изменения принимаемого сигнала, а не на сам уровень постоянного тока. Основная идея режима динамического поиска заключается в том, что сигнал от влияния грунта изменяется относительно медленно, тогда как металлическая цель вызывает быстрое изменение, когда она входит в электромагнитное поле, создаваемое катушкой. Схемы фильтров в детекторе специально разработаны для реагирования на быстрые изменения, игнорируя при этом медленные изменения уровня принимаемого сигнала, которые могут быть вызваны дрейфом компонентов или температуры и минерализацией грунта. Чтобы реагировать на скорость изменения входного сигнала, нам нужно использовать дифференцирующую схему, которая способна выдавать выходной сигнал, пропорциональный производной входного сигнала. На практике с дифференциатором возникает проблема, поскольку он усиливает входной сигнал прямо пропорционально его частоте. Что (проще говоря) означает, что он увеличивает уровень высокочастотного шума на выходе. Что происходит в действительности, так это то, что высокочастотный шум не продолжается до бесконечности, поскольку

усилитель имеет ограниченную полосу пропускания, но полоса пропускания достаточно велика, чтобы шум представлял реальную проблему. Решение в практическом дифференциаторе состоит в том, чтобы намеренно ввести частоту разрыва, которая ниже верхней частоты среза усилителя. Не существует простого метода оценки требуемой частотной характеристики для ступеней дифференцирования GEB и DISC. Например, насколько быстрые нарастающие и спадающие фронты сигнала от цели? Где начинается и заканчивается обнаружение цели, когда она пересекает поисковую катушку? Это очень трудно измерить на практике, но мы можем быть уверены, что нам нужно отбросить следующее:

1. Частоту передачи 10 кГц, поскольку она, возможно, все еще существует в выбранной форме волны.
2. Частота сети, которая может быть либо 50 Гц, либо 60 Гц
3. Уровень постоянного тока дискретизированного сигнала. Это основа подхода детектора движения, который полностью устраняет проблемы, вызванные длительным дрейфом напряжения.

Конечно, всегда можно взглянуть на некоторые коммерческие схемы, чтобы получить общее представление об откликах фильтров в этих конструкциях. Используя этот подход, относительно легко заметить, что частота разрыва обычно устанавливается близкой к 7 Гц, хотя некоторые конструкции опускаются до 3 Гц.

В области низких частот, где происходит дифференциация, усиление увеличивается от постоянного тока (0 Гц) со скоростью 20 дБ за декаду. Важно, чтобы мы также определили частоту среза (f_c), чтобы как основная, так и передаваемая частоты были отклонены. Частота среза 15 Гц должна быть достаточной для наших нужд. Затем усиление выравнивается за пределами частоты разрыва (f_b) и начинает падать со скоростью -20 дБ за декаду.

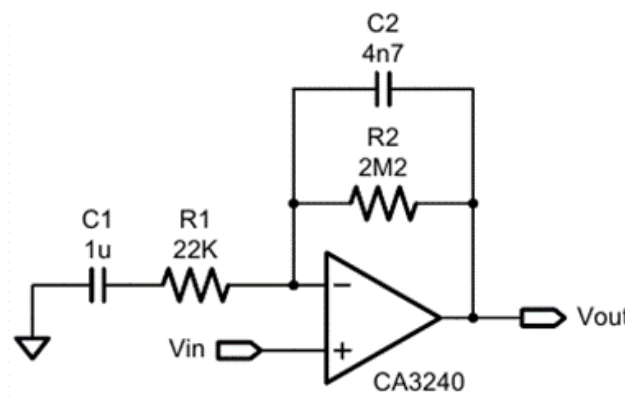


Рис. 9: Практический дифференциатор.

Как нам рассчитать требуемые значения для фильтра, чтобы достичь нашей цели? На самом деле вычисления довольно просты. Обращаясь к рисунку 9, мы можем рассчитать значения пассивных компонентов, используя следующую формулу:

$$f = \frac{1}{2\pi RC}$$

Обратите внимание, что R1 и C1 определяют частоту среза (fb), тогда как R2 и C2 (в цепи обратной связи) определяют частоту среза (fc). Вы должны легко убедиться, что fb = 7,2 Гц и fc = 15,4 Гц.

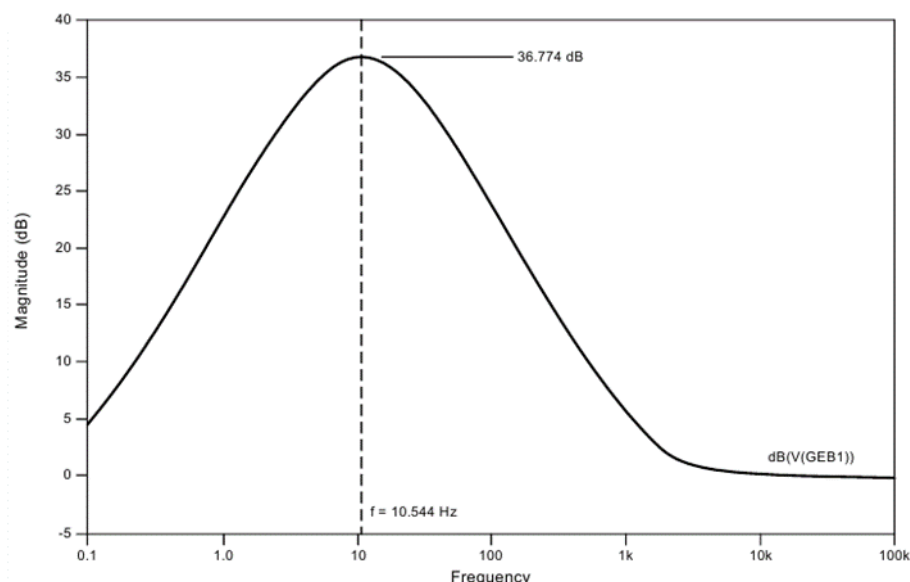


Рис. 10: Частотная характеристика практического дифференциатора.

Частотная характеристика практического дифференциатора (от 0,1 Гц до 100 кГц) можно увидеть на рисунке 10. Вы также должны отметить, что усиление для этой конфигурации составляет 36,8 дБ (т. е. 69х), и что отклик спадает от центральной частоты (приблизительно 10,5 Гц) со скоростью 20 дБ на декаду. Любой нежелательный шум выборки на частоте 10 кГц фактически равен нулю. Помехи от сети на частоте 50 Гц будут усилены на 29,4 дБ (29,5х) или, альтернативно, на частоте 60 Гц на 28 дБ (25х). На практике любые помехи от электросети незначительны, и вам придется приложить реальные усилия, чтобы уловить хоть какой-то сигнал, например, поместив поисковую катушку рядом с силовым кубом. Чтобы наш детектор имел разумную чувствительность, нам нужно добавить в конструкцию второй дифференцирующий каскад, а также создать два отдельных канала. Один для отстройки от грунта (GEB), а другой для дискриминации (DISC). Но прежде чем двигаться дальше, давайте спроектируем каскад аудиовыхода, так, как это может повлиять на конфигурацию этого второго каскада.

Аудиогенератор, прерыватель и усилитель.

Аудиогенератор, вероятно, является самой простой частью конструкции, поскольку мы можем просто использовать обычный таймер NE555. См. рисунок 11.