

**Владимир Мельник**

г. Каменское,  
Днепропетровская обл., Украина

При импульсной подаче питания, существенно уменьшив скорость вращения электропроигрывающего устройства (ЭПУ), его можно применить для вращения небольшой пластмассовой елки или зеркального отражателя световых эффектов.

## Способ уменьшения оборотов асинхронного двигателя

У меня более 20 лет пылилось ЭПУ с возможностью механического переключения частот вращения диска  $33\frac{1}{3}$  и 45 об/мин. Тонарм - держатель звукоснимателя имеет 3 шариковых подшипника и регулируемый противовес, что говорит о высококачественной конструкции, которую жалко выбросить. Убрал тонарм и другие элементы конструкции с целью уменьшения габаритов. Пластмассовое основание для монтажа устройства на пружинных опорах имело размеры 357x291 мм, после доработки получил размеры 262x245 мм (**фото 1**). Диаметр диска ЭПУ 245 мм. Минимальный размер по высоте обеспечивается тем, что нижняя часть двигателя служит опорой. Такое решение возможно, так как двигатель к металлическому основанию закреплен в трех точках через резиновые прокладки. На **фото 2** устройство показано со

Фото 1



Фото 2



снятым диском, на **фото 3** – со стороны поддона. Рабочий конец вала имеет диаметр 2,5 мм, немного ниже 3,4 мм для частоты вращения 45 об/мин. Рычаги переключателя удалил. Возможность переключения осталась, но это можно сделать только при снятом диске, на котором срезан штырь для установки на него грампластинок. Конструкция обеспечивала автоматический запуск двигателя, когда тонарм передвигался в крайние положения. С удаленными деталями механизма подачу питания на двигатель обеспечивают постоянно замкнутые контакты штатного выключателя (не удалял). В ЭПУ и магнитофонах изначально применялись специальные асинхронные двигатели, обеспечивающие поддержание стабильной частоты вращения. Из-за этого они имеют большие массогабаритные параметры в сравнении со стандартными асинхронными двигателями, поэтому обычно имеют напряжение питания 127 В от отвода первичной обмотки трансформатора питания. В моем ЭПУ стоит двигатель ЭДГ-4.

Фото 3

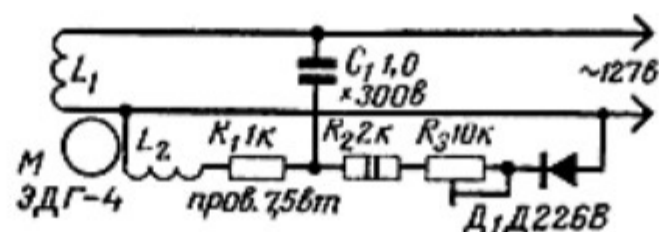
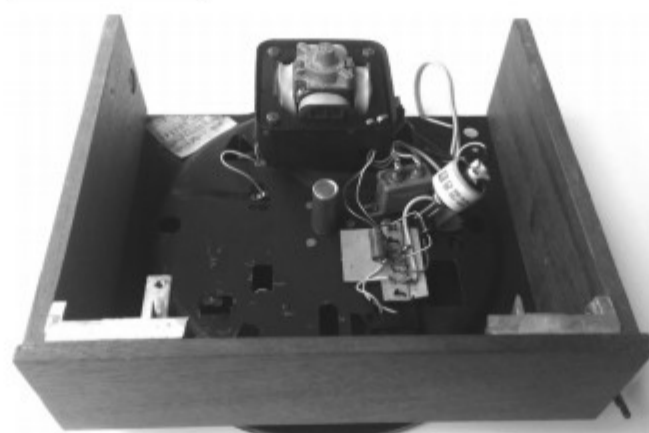


Рис. 1

Он имеет частоту вращения 2800 об/мин, потребляемую мощность 13 Вт. Хотелось исследовать возможность этого двигателя в плане уменьшения оборотов.

В [1] описана регулировка скорости вращения диска ЭПУ. Схема показана на **рис. 1**. Резистор R2 2 кОм в моем ЭПУ отсутствует, переменный резистор R3 3,3 кОм проволочный. Резистор R1 1 кОм, 2 Вт, не проволочный. Через диод на одну из обмоток двигателя поступает постоянное напряжение. Чем оно больше, тем меньше частота вращения двигателя. Этим приемом достигается регулировка номинальных оборотов двигателя в необходимых пределах  $\pm 1,8\%$ . Двигатель имеет 4 обмотки, на схеме это не показано. Противоположные обмотки по две соединены последовательно. Проверялась возможность работы двигателя при напряжении 220 В. Без резистора R3 увеличенное напряжение практически не влияет на частоту вращения, но диод D1 D226B нагревался до 100°C (измерение пирометром GM320). Он был заменен на импортный диод 10 А, 1000 В. В этом случае перегревался резистор R1. После установки резистора R3 на максимальное сопротивление 3,3 кОм начал проверять нагрев двигателя. При 127 В температура двигателя не превышала 50°C, при 220 В он нагревался до 70°C. Температура в помещении была 20,8°C. Двигатель можно применять при напряжении питания 220 В без принудительного охлаждения до температуры в помещении не выше 30°C. Двигатели на шариковых подшипниках могут работать при 90°C. Двигатель ЭДГ-4 имеет подшипники скольжения, для них температура не должна превышать 80°C.

Применение модуля китайского диммера ВТА-16 показало, что двигатель запускается при напряжении 95 В (измерение мультиметром DT-830D) даже с установленной на диск нагрузкой 3 кг из стопки книг. Снижение напряжения практически не влияет на частоту вращения диска. При остывшем двигателе без дополнительной нагрузки один раз удалось получить 3,5 об/мин с уменьшением напряжения после запуска, но на несколько минут. Такой режим не обладает стабильностью и повторяемостью. Ручное кратковременное подталкивание диска при напряжении ниже порога запуска двигателя такого эффекта не дает. Для такого двигателя возможно только частотное регулирование.

В [2] описана возможность уменьшения оборотов 3-х фазных двигателей в однофазной сети с применением микроконтроллера AT89C2051 со счетом импульсов подачи шести полуволн напряжения сети и их последующими пропусками. Схема обеспечивает включение тиристора при напряжении близком к нулю, что не создает помех. Результат аналогичен применению импульсного редуктора, когда вращение идет непрерывно, а импульсно с полными остановками после каждого импульса. Для маломощных двигателей возможен более простой способ уменьшения оборотов. Были проведены эксперименты с использованием модуля фотореле ХН-М131 56x30x20 мм (**фото 4**), который может быть выполнен с напряжением питания постоянного тока 5 или 12 В, ток реле, соответственно,

**Фото 4**



71,4 и 30 мА ± 10%. Применен модуль на 12 В с импульсным адаптером питания модели JSY-1220 12 В, 2 А. Модуль фотореле обеспечивает срабатывание электромагнитного реле при задаваемой интенсивности света. Определяет уровень освещенности фоторезистор (идет в комплекте), который подключен через разъем при помощи кабеля длиной 30 см. На плате имеется компаратор LM393, который реагирует на интенсивность света, попадающего на фоторезистор. Уровень чувствительности можно регулировать с помощью подстроечного резистора. Имеется два винтовых клеммника: для подключения питания и нагрузки до 10 А при переменном токе до 250 В, постоянном – до 30 В. Реле имеет один постоянно замкнутый и один постоянно разомкнутый контакты. Также на плате имеется два светодиода: красного свечения для индикации напряжения питания, зеленого свечения для индикации срабатывания реле. Были исследованы спектральные и частотные характеристики фоторезистора. Наилучшая чувствительность фоторезистора оказалась к белому и желтому цветам, на зеленый реагирует плохо, на красный и синий реакция отсутствует. Чувствительность была установлена по белому цвету.

Проверка выполнялась с применением смартфона с установленной яркостью свечения экрана приблизительно 20%. Смартфон применен для возможности программно очень точно устанавливать длительность кадров gif-анимации. Фоторезистор располагался на расстоянии 10 мм от экрана. В программе Easy GIF Animator PRO (Windows) были созданы gif-анимации с бесконечным повторением из двух изображений – белый фон размером 1280x720 точек с разрешением 300 точек на дюйм и черный фон с такими же параметрами. Период повторения двух кадров был 2 с, но длительность белого кадра составляла 50, 100, 160 и 200 мс. При этом диск делал один оборот, соответственно, за 160,

106, 50 и 36 с. При длительности белого кадра 200 мс и периоде повторения двух кадров 1 с диск по инерции еще вращался, когда следующий импульс его опять подталкивал. В этом случае диск быстро выходил на вращение один оборот за 2 с (30 об/мин). На смартфоне применялась программа Gif Player+. Диммером предварительно выполнена настройка минимально возможного напряжения стабильного запуска диска от импульсов длительностью 50 мс. В дальнейшем эта настройка не менялась. При импульсной подаче напряжения на двигатель он не нагревается, но при каждом импульсе слышится характерный звук, как от работающего трансформатора, а так же от срабатывания реле.

Для управления фотореле можно применить светодиод белого свечения и модуль YL-107 NE555 (23x31 мм) генератора прямоугольных импульсов с регулировкой многооборотными подстроечными резисторами частоты и скважности. Напряжение питания этого модуля от 5 до 15 В постоянного тока. К клеммам реле для подключения нагрузки желательно установить параллельно конденсатор 0,033 мкФ х 400 В. Именно такой конденсатор стоит параллельно выключателю, который отключает двигатель в крайних положениях тонарма. Для двигателя меньшей мощности ЭДГ-4(с) в стереофонической радиоле Вега-312 регулировка вращения диска отсутствует. Кроме аналогичного фазосдвигающего конденсатора есть только резистор 1 кОм (параллельно включены два резистора 2 кОм, 2 Вт), но он установлен на втором конце обмотки, которая подключена через фазосдвигающий конденсатор. Двигатели можно подключить для питания от сети 220 В через балластный конденсатор: для ЭДГ-4 – 2 мкФ х 400 В, для ЭДГ-4(с) – 1 мкФ х 400 В. В этом случае можно обойтись без диммера.

К генератору прямоугольных импульсов можно подключить твердотельное реле G3MB-202P, есть исполнения для управления

встроенным инфракрасным светодиодом напряжением постоянного тока 5 и 12 В, защита от обратного напряжения до 5 В. Встроенный резистор ограничивает ток через

светодиод. В этом реле есть функция Zero Cross, обеспечивающая включение симистора при переходе переменного напряжения через ноль. Такое твердотельное реле

можно применять и для более мощных двигателей с пусковыми токами до 2 А при номинальном переменном напряжении от 100 до 240 В, допустимом от 75 до 264 В.

### Литература

1. Я. Милзарайс. ЭПУ с регулировкой скорости вращения диска. // Радио. - 1972. - №5. - С. 38-39.
2. В. Мельник. 3-х фазный двигатель в однофазной сети. // Радиомир, - 2004. - №10. - С. 19.