Последний секрет сверх единичного двигателя.

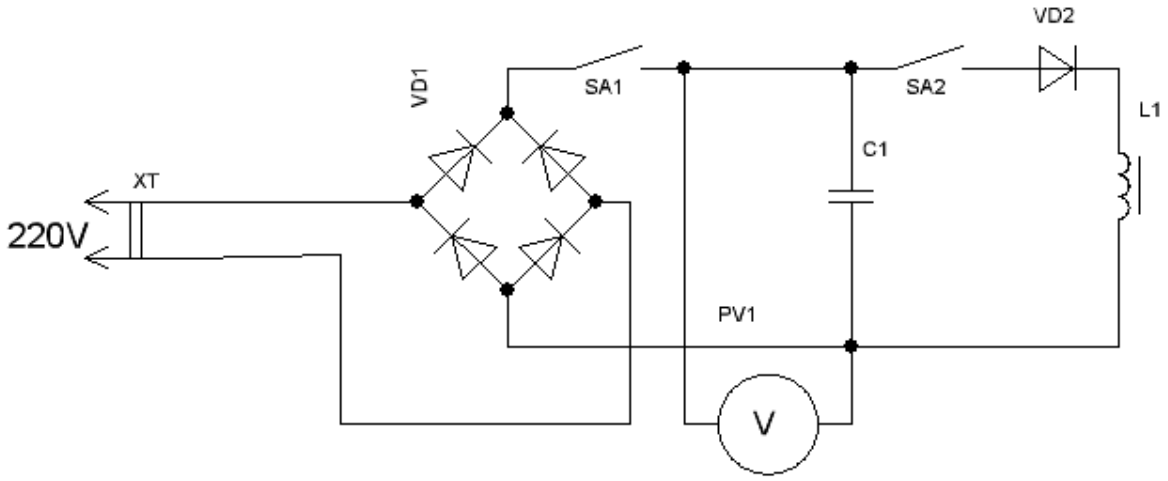
Тема взята с сайта www.skif.biz

Итак, открытием этой темы хотелось бы рассмотреть возможность создания сверх единичного электродвигателя. В теме планируется рассмотреть процессы, происходящие в обычных электродвигателях, будет сделана попытка ответить на вопросы куда же тратится энергия источника, и как тратить ее более эффективно.

Определимся, что мы будем вкладывать в понятие сверх единичный или OU-двигатель: сверх единичным мы будем называть такой гипотетический пока двигатель, который в итоге потребляет от источника меньше электрической энергии, чем вырабатывает механической. Возможно ли такое? Поживем, увидим…

В ходе обсуждения я планирую опираться на некоторые документы и патенты, следующих авторов: Грея, Адамса, Бедини, Шкондина и некоторых других, тех у кого, на мой взгляд, используются одинаковые принципы в их конструкциях.

Заняться этой темой меня подвигнул простой опыт, который я провел шутки ради с год назад, но который имел очень серьезные последствия. Опыт прост и может быть проведен на коленке даже школьником.



Была собрана установка по вышеприведенной схеме, в качестве D1 любой мостик на соответствующее напряжение, диод 3А/600В, конденсатор 40мкФ/400В в качестве индуктивности была использована половина керна от трансформатора ТС-280 (из БП старых ламповых телевизоров). На керн были надеты две полу обмотки мотанные проводом 0,8мм, общей индуктивностью 135mH, что впрочем, не очень важно, так как повторяемость опыта присутствует при разных параметрах компонентов.

Работа схемы: подключая вилку XT в сеть, замыкаем SA1, SA2 разомкнут, конденсатор заряжается до амплитудного значения, у меня 312В. Дале размыкаем SA1 и замыкаем SA2, происходит разряд конденсатора в L1, но только пол периода, возникновению затухающих колебаний препятствует диод VD2. В результате этого в катушке проходит однонаправленный импульс тока, и на мгновение она становится постоянным магнитом определенной ориентации, а в конденсаторе собирается ЭДС самоиндукции L1 с обратным знаком. При моих параметрах схемы это 275В. Пока все в пределах классической физики.

Ложем на керн постоянный магнит, так чтобы при замыкании S2 он отталкивался от керна. Магнит подпрыгивает, но ЭДС самоиндукции не уменьшается, то есть составляет те же 275В.

Итак, этот простой опыт дает право сформулировать следующее положение:

Свойства среды в которой возбуждается МП таковы, что возможно создать условия когда МП преобразует энергию его создавшую в кинетическую энергию движения, при этом существует возможность вернуть за счет обратной реакции среды (обратный ЭДС) большую часть затраченной на создание МП электрической энергии.

Магнит размагничивается - его энергия тратится.

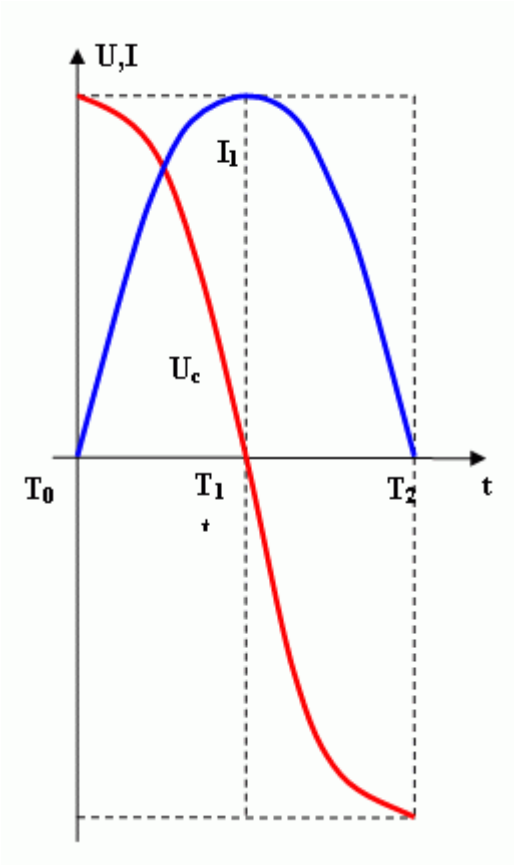
В корне неверное понимание, если не согласны со мной обоснуйте.

Оговорюсь, вместо магнита ставил на керн электромагнит (из дросселя ЛДС, был переделан, разомкнут по магнитному потоку), соединенный последовательно с основным. Так вот, прыгает ‘с, ЭДС самоиндукции исправно собирается.

Да, в такой схеме конденсатор - не электролит. В резисторе 1Ком нет надобности, выпрямительный мост (3-5)А вполне выдерживает издевательства по перезаряду отрицательно заряженного до -275В конденсатора до +312В.

Действительно по логике ограничительный резистор нужен, но на практике мост справляется с импульсным током перезаряда емкости перезаряженной напряжением обратного ЭДС до -275В. Использовал бриджи на 3А и 5А, живые, ну и тем более это просто макет, который служит только для подтверждения некоторых закономерностей, в реальной схеме терять энергию обратного ЭДС перезаряжая конденсатор, тогда зачем это все затевать.

Не понял с диодом. Диод это как ниппель: туда дуй оттуда х... И как же тогда конденсатор на обратную полярность перезарядится?



А вот как: в начальный момент времени То на диаграмме (конденсатор С1 заряжен до Uип) замыкается ключ SA2, в цепи SA2-C1-L1 начинает течь ток (синий график) Ток в индуктивности нарастает как ему и положено отставая от приложенного напряжения, но конденсатор разряжается, и вот когда на конденсаторе напряжение становится равно нулю, ток L1 достигает максимума прекращаясь. По закону Ленца при прерывании тока, на концах индуктивности появляется обратный ЭДС равный E=-L*dI/dt/. Конденсатор С1 через прямо включенный диод для ЭДС обратного знака перезаряжается напряжением обратной полярности. Уровень этого напряжения зависит только от добротности получившегося колебательного контура.

Таким образом, диод в такой схеме препятствует возникновению затухающих гармонических колебаний.

Итак, движемся дальше:

Опыт позволил показать что существует возможность преобразования электрической энергии источника в кинетическую энергию , при этом можно собрать большую часть энергии реакции среды в виде обратного ЭДС.

При этом надо добавить: в реальном двигателе это следует делать тогда (размыкание тока и сбор ЭДС самоиндукции) когда элемент ротора (магнит) удалился на определенное расстояние от элемента статора - соленоида. Помним, что сила взаимодействия двух проводников с током или проводник-магнит обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними. Т.е. геометрия двигателя и частота импульсов должны быть рассчитаны, так чтобы в паре статорный элемент роторный не возникли силы торможения.

Далее: предложенная в начале схема на самом деле есть колебательный контур, и из диаграмм тока и напряжения представленных выше это тоже становится очевидно. Вспомним, что в параллельном колебательном контуре ток внутри контура в Q раз больше чем потребляемый от источника. А если этот ток больше, значит больше и магнитный поток, значит больше и потокосцепление с магнитом ротора, значит элементы статора и ротора

притягиваются/отталкиваются с большей силой при том же токе потребления. А это большая выполненная работа при той же потребленной энергии. Аналогичный случай и с последовательным колебательным контуром: номинальный ток в индуктивности последовательного КК наступает при в Q-раз меньшем напряжении источника приложенного к КК.

Делаем следующий важный вывод: При определенной конструкции двигателя можно ввести его, например статорную обмотку в резонанс, при этом двигатель будет способен выполнять большую работу при той же потребляемой энергии.

Такой режим возможен в основном в стационарном режиме, при определенных оборотах и частотах источников, либо придётся городить сложную систему подстройки КК, либо изменять частоту источника, ни тот ни тот метод "красивым" назвать нельзя. Тем более что при повышении частоты источника момент на валу без коллекторных двигателей переменного тока падает. Двигатели которые можно попробовать для стационарной работы в режиме резонанса при стабильной частоте источника, это скорее всего синхронные, или вентильные двигатели. В них потокосцепление ротора со статором обеспечивается электромагнитным якорем или статором на постоянных магнитах.

Асинхронный двигатель мне кажется для этого наименее пригодным, так как МП потокосцепления в нем обеспечивается вторично наведенным МП токами в беличьей клетке. по сути это трансформатор с вторичным КЗ витком, который отбирает часть энергии из статора для создания МП. А, как известно отбор от колебательного контура, читай нагрузка, приводит к падению его добротности. Это что касается резонансного режима работы.

Что касается работы двигателя в OU - режиме при изменяющейся нагрузке и оборотах, то это однозначно импульсный режим, по типу двигателей Грея, Адамса, Бедини.

Итак, в итоге мы должны прийти к конструкции двигателя производящего больше механической энергии на валу, нежели потребляемой электрической от источника. Предпосылки: опыт с прыгающими магнитами/электромагнитами. Выше было заявлено, что этого можно добиться двумя путями:

1. при питании двигателя от источника переменного тока, введя его обмотки в резонанс

2. при питании двигателя от источника постоянного тока, при этом в схеме должна присутствовать система рекуперации энергии обратного ЭДС

Рассматривая любые схемы двигателей, следует всегда помнить и учитывать три момента:

1. Возврат обратной ЭДС;

2. Образование полюсов S и N в кернах электромагнитов;

3. Учет возникающих сил действия и противодействия в результате перемагничивания ротора/статора.

Такими скачками поля, какие происходят у нас в катушке, размагнитить магнит-ротор - плёвое дело. Поэтому нужен электромагнит.

Конечно, я когда поднял напряжение как у Грея до 5-7 кВ, и у меня магнитик перестал взлетать, я сначала не понял, но потом догнал, магнит прошивало, он перемагничивал свои полюса, не успевая взлетать, проверил, так и есть. Нужно использовать или ЭМ, у Грея, кстати, так и сделано в его патенте US_3890548 или как минимум неодимовые магниты с индукцией до 1,5Тл и с повышенной коэрцитивной силой, ведь не забываем, что железо дает индукцию до 2Тл, а простой ферритовый магнитик имеет всего (0,3-0,4)Тл.

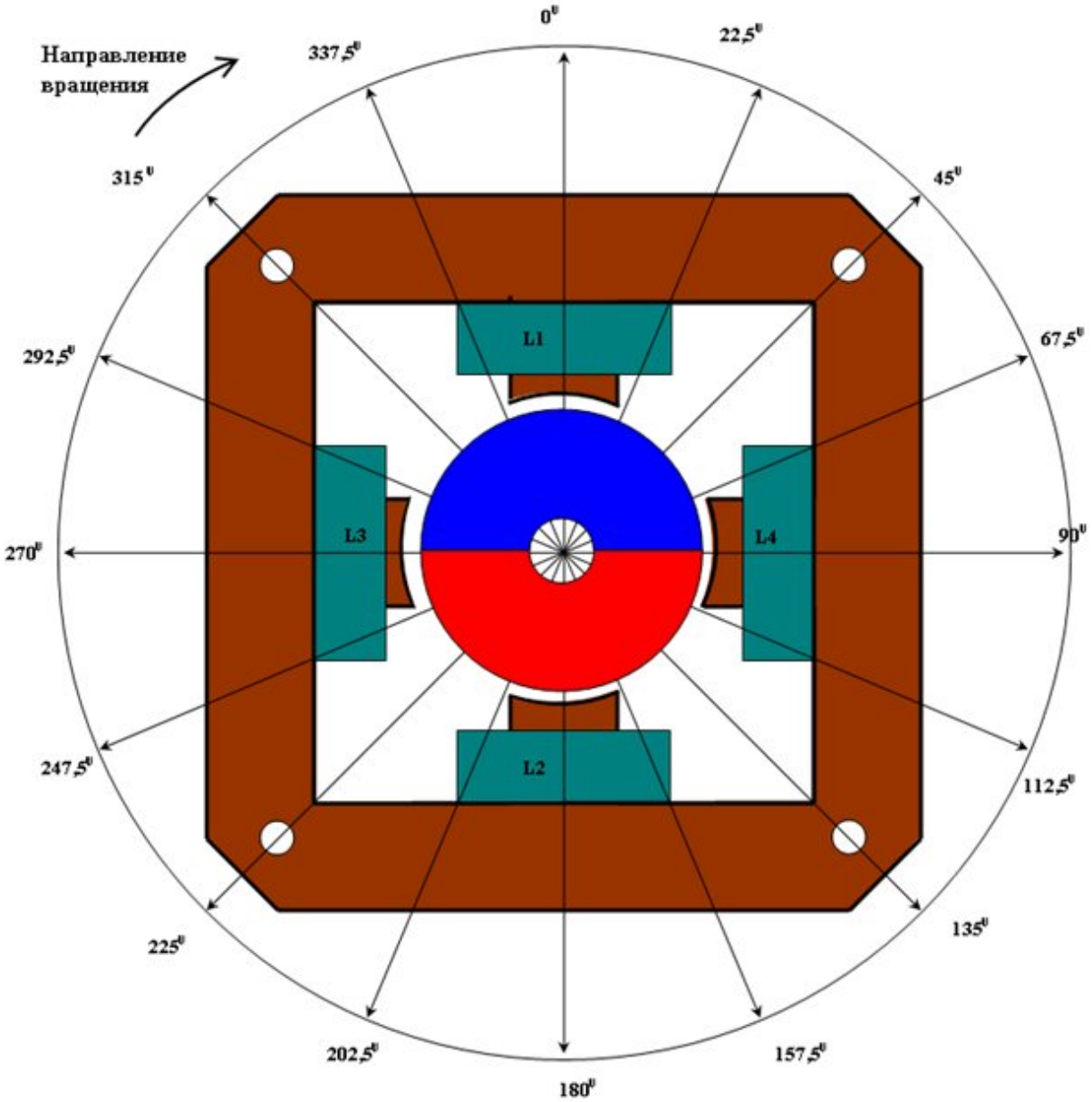
Первый вопрос который я себе поставил - ОТКУДА ЭНЕРГИЯ ?

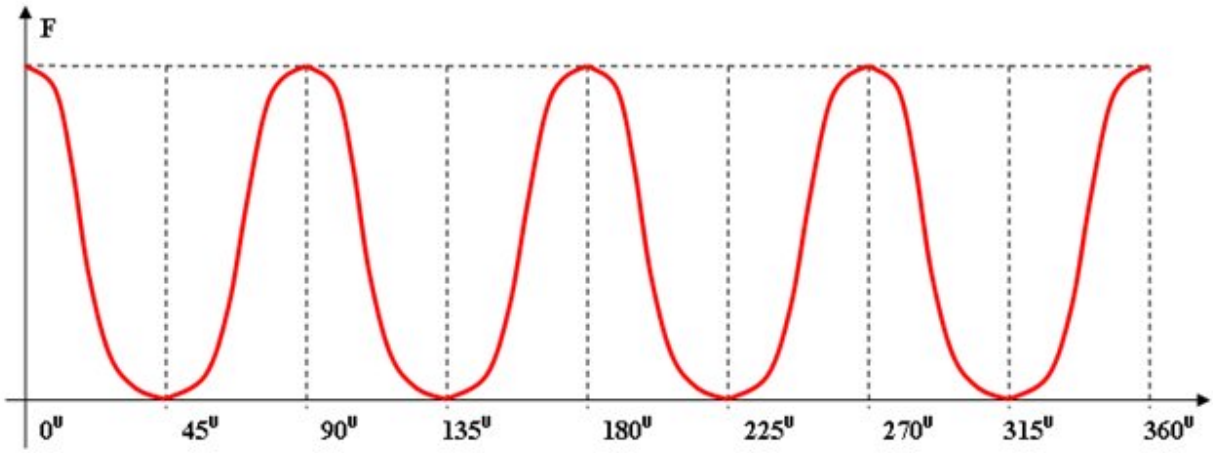
Из батарейки, и это правда, на 100% в этой конструкции во всяком случае. Дело в том, что свойство среды нашего обитания таково, что если ее возмутить, то она может передать импульс, например телу, а реакцию возмущения мы можем собрать, или потерять безвозвратно, это уж кто на что горазд. Мы в этой теме пытаемся ее собрать. В аналогиях большого тенниса это выглядит примерно так: сетка - среда, тело (ротор) - теннисный мяч, ракетка, это источник питания с коммутатором. Когда ракетка бьет по мячу и тот попадает в упругую сетку, ему придается импульс кинетической энергии, мяч, отлетев, летит дальше, может выполнять работу, кстати, в безвоздушном пространстве при мизерных силах притяжения действия на него он будет лететь бесконечно долго, а колебания возмущенной сетки - (среды) рассеиваются в пространстве. Так происходит в большинстве промышленных двигателей. Источник питания потратил некоторую энергию, все говорят электрическая энергия преобразовалась в механическую энергию. Нет, она пошла на возмущение (натяжение) среды (сетка), далее эта энергия просто рассеется в окружающем пространстве.

Вот примерно так в аналогиях это и происходит, поэтому наша цель собрать по максимуму энергию обратного колебания сетки (среды) в виде обратного ЭДС и направить его например опять в источник.

То-есть в правильно, таким образом, спроектированном двигателе баланс механической энергии на валу и потребляемой от источника может быть больше единицы.

Результаты слесарной работы выложу вечером, но эти результаты пока мертвы, только-только начинаю одухотворять, ибо контроллер и силовую часть еще предстоит прицепить. Вот поэтому продолжаем. Думаю в самый раз рассмотреть принцип действия мотора, и силовую часть особенно в части сбора обратного ЭДС, она меня волнует более всего. Итак, предлагаю потренироваться и рассмотреть один из множеств возможных вариантов воплощений импульсного двигателя с ротором на постоянном магните. Ротор - цилиндрический магнит с радиальной намагниченностью. Статор замкнутый магнитопровод с четырьмя полюсами и четырьмя полюсными катушками. Конструкция навеяна реальными узлами от промышленных изделий, которые можно использовать в устройстве.



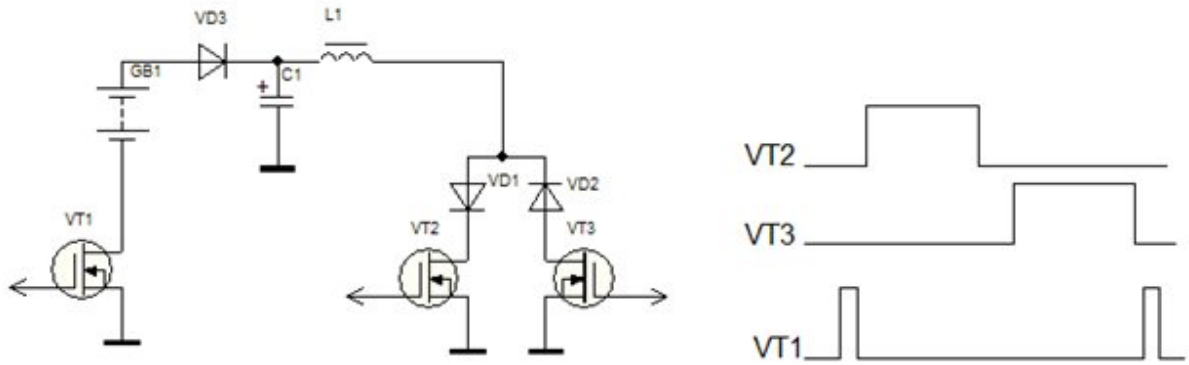


Итак, видим, что на графике силы присутствуют четыре максимума с интервалом в 90 град, и четыре минимума, где равнодействующая сила притяжения магнитного ротора к кернам статора

равна нулю. Предположим для начала что двигатель бежит с некоторой нагрузкой, для того чтобы ротор стал вращаться нам надо приложить такие силы к ротору в точках 0/360, 90, 180, 270 чтобы скомпенсировать суммарную силу притяжения и силу возникающую в результате нагрузки. Иными словами в моменты 0/30 и 180 в катушки L1_L2 должен быть подан ток такой полярности и силы и длительности, чтобы скомпенсировать уже указанную силу противодействия. Углового перемещения нам для этого отведено около 22,5 градуса, то есть четверть угла. В остальные четверть угла, например с позиции 22,5 до позиции 45 град мы должны отключить ток и начать собирать обратный ЭДС. Из за "гравитационного сжатия" Фри (ник skif.biz) знает, ток в катушках будет того же знака что и ток вызвавший отталкивание от керна, только он будет спадать по экспоненте, продолжая отталкивать ротор (не забываем разряженный конденсатор в начальный момент представляет собой КЗ). Далее: следующим циклом с 45 град до 90 град может быть в зависимости от назначения или циклом притягивания - режим эффективный мотор это максимум механической энергии на валу, или циклом генератора, когда выработанная в прошлых циклах кинетическая энергия преобразуется в электрическую: обмотки L3_L4 включаются в режим генератора. С точки 90 град и далее повторяются циклы отталкивания и сбора ЭДС. Поскольку ротор двухполюсный, начиная с точки 180 град циклы повторяются, только изменяется на противоположную полярность приложенного напряжения.

Пост от FM (skif.biz)

Для примера как можно преобразовать третью схему, добавил ключи и диаграммы их работы. Ключ VT1 для подзарядки, если когда сильно потерялся заряд конденсатора и только в нужный момент (узкие импульсы, когда на конденсаторе сверху +). В таком виде она работает как колебательный контур, но ВСЕ фазы тактируются от внешнего генератора.



FM выдам ТЗ, чтобы не было путаницы:

1. При разработке схемы "обеспечивать" двух полярное напряжение на обмотках двигателя каждые пол оборота вала (180 град). Это обусловлено применением двухполюсного ротора (в моей схеме рис.4 для этого применен мост).

2. Двигатель должен обеспечивать перестройку по частоте(500-5000об/мин) сохраняя оптимальный режим рекуперации во всем диапазоне скоростей.

В Вашей схеме оптимальный режим рекуперации возможен только на одной частоте работы, когда емкость-полностью разряжена в индуктивность. Тогда и только тогда возможна полная рекуперация энергии запасенной в индуктивности. В других режимах допустим, если на емкости присутствует остаточное напряжение, имеем потери возврата энергии обратного ЭДС, тем больше, чем выше остаточное напряжение на конденсаторе.

Я пока вижу только один способ полной рекуперации при изменении скоростных режимов, вот он:

1. Питание катушки индуктивности посредством ключевания напряжения непосредственно от ИП;

2. Рекуперацию проводить в специальный накопительный конденсатор, который перед циклом сбора должен быть полностью разряжен;

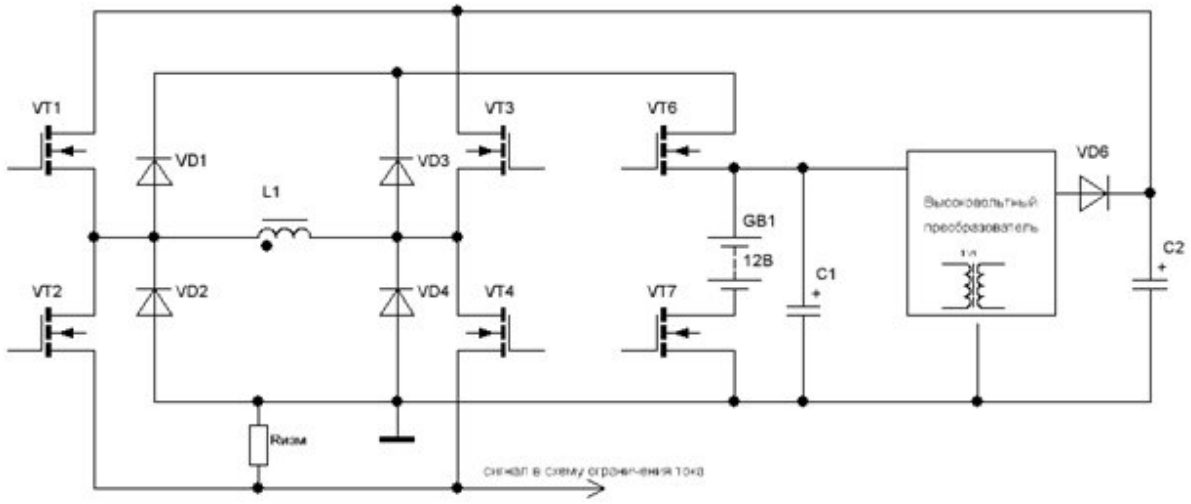
3. Питание двигателя производить от повышающего преобразователя напряжения с очень высоким КПД, можно Мотовиловского.

4. После цикла рекуперации конденсатор, заряженный ЭДС самоиндукции высокого напряжения, подключается параллельно буферному конденсатору низковольтного источника питания, отдавая ему заряд. Нужно так рассчитать емкость конденсаторов в высоковольтной цепи и в низковольтной, чтобы не происходило перенапряжения в низковольтной цепи, в результате такого перезаряда на высоковольтном конденсаторе останется только напряжение низковольтного источника. Чем выше напряжение высоковольтного источника, и ниже низковольтного, тем полнее и с большим КПД происходит возврат. Идеально схемотехнически сбрасывать заряд ВВ буферного конденсатора в дополнительный аккумулятор, но я не рассматриваю этот вариант из-за низкого КПД циклов заряд-разряд аккумуляторов, что-то около 70% (типовое).

Есть еще идея: можно обойтись вообще без буферного высоковольтного конденсатора. Для этого надо устроить транс Мотовилова прямо в двигателе. Алгоритм таков: N-обмоток на керне, при прямом ключевании от источника высокого напряжения, подключены к нему последовательно, а во время сбора обратного ЭДС диодами пере коммутируются параллельно и низким напряжением высокого тока мы подзаряжаем буферную емкость низковольтного источника питания. Последнее решение мне кажется наиболее элегантным.

Andr (ник skif.biz), кроме рекуперации в двигателе нужно рассматривать силы действующие на ротор, шаговик в этом плане ничуть не лучше других двигателей. Все гениальное просто: в "мертвой" точке импульс отталкивания, и когда элемент ротора выходит из зоны взаимодействия со статором, сбор обратного ЭДС, в это время спадающее МП поддерживает отталкивание. Это нужно помнить как Отче Наш, при построении эффективного двигателя. А теперь рассмотри работу шаговика, и начни с геометрии, и расстояния между статорными и роторными элементами, также рассмотри силы, действующие на ротор, и поймешь, что то, что я предлагаю всего-навсего похоже на шаговик.

Исходя из идеи описанной выше, была нарисована следующая схема:



Работает схема следующим образом:

В начальный момент подается импульс управления на затвор VT7 длительностью от T0 до T1, буферный конденсатор C1 большой емкости, подключенный параллельно низковольтному источнику заряжается до напряжения источника питания. Начинает работать преобразователь высокого напряжения заряжая емкость C2.

Далее от контроллера управления двигателем поступает отпирающий сигнал на затворы транзисторов VT1 VT4, они отпираются и через индуктивность L1 начинает течь ток по цепи: C1-VT1-L1-VT4-Rизм-C1. Когда ток достигнет заданного значения определенного напряжением на Rизм, и закончится время действия импульса, определяемое также еще и контроллером двигателя, управляющий сигнал на затворах VT1 и VT4 становится равен нулю, и они закрываются. На концах катушки L1 возникает обратный ЭДС, в этот момент должен открыться ключ VT6, это промежуток времени T3-T4, и начинает протекать ток по цепи: C2-VD4-L1-VD1-VT6-C2. В результате в катушке L1 продолжает течь ток поддерживающий отталкивание ротора, а током, рожденным обратным ЭДС, заряжается конденсатор C1 почти до напряжения источника GB1. Но в итоге напряжение на конденсаторе C1 после подзарядки его током самоиндукции L1 все равно будет несколько ниже напряжения источника GB1, поэтому в момент времени T4-T5 опять включается ключ VT7 и подзаряжает конденсатор C1 до полного напряжения источника GB1.

После момента времени ротор двигателя смещается в зону +180 гр., и когда by ее достигнет цикл повторится, только в работе будут участвовать ключи VT2, VT3 и диоды VD2, VD3, изменяя тем самым напряжение на концах катушки L1 тем самым образуя на соответствующих кернах ротора электромагнит другой, противоположной, полярности. Преимущество этой схемы в том, что практически вся энергия реакции среды в виде тока обратного ЭДС будет рекуперирована в буферный низковольтный конденсатор C1.

Чисто из моей практики, без диода, а только за счет времени коммутации ключей почему-то получается хуже.

При схеме емкость-индуктивность-диод имеем резонансную схему, где резонанс присутствует полпериода, разряд емкости при этом происходит автоматически до нуля и вся энергия, запасенная в МП, индуктивностью рекуперируется в конденсатор, просто и со вкусом. Правда такая схема применительно к двигателю имеет существенное ограничение. Двигатель может работать только от источника с постоянной частотой, с постоянным количеством оборотов на валу и постоянной нагрузкой.

Независимое наблюдение из практики: к любой катушке индуктивности можно подобрать только один наминал емкости, который даст с данной индуктивностью максимальную добротность на получившейся частоте резонанса, а для других частот нужно идти на некоторые потери в добротности

По поводу добротности, Вы совершенно правы, в радиотехнике это формально подтверждается следующей формулой:

$$Q = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}},$$

а она выводится из равенства комплексных сопротивлений конденсатора и индуктивности при резонансе Xl=Xc.

Пост GRN (skif.biz):

Возвращаясь к теме КЗ хочу сказать, что разряженный конденсатор - это КЗ. При выключении рабочей обмотки следует отключать ее заблаговременно (пока она находится в рабочей позиции), ДПР (датчик положения ротора) следит за этим. В момент отключения обмотки к ней подключается разряженный конденсатор (вызываем КЗ). Обмотка, отключенная от источника питания, перерабатывая ЭДС самоиндукции, заряжает конденсатор, продолжая выполнять свою работу. Постоянная времени спада магнитного потока, до значения близкого к нулевому, регулируется при помощи скважности ШИМ-импульсов питания, в зависимости от угловой скорости вращения ротора. В результате получаем:

1. "Якобы", отработавший магнитный поток в обмотке, работает до логического конца, при отключении источника питания от обмотки;

2. Заряженный до некоторой величины конденсатор с мощностью, которой мы вольны распоряжаться по своему усмотрению (скопить, преобразовать и затем вернуть в источник питания, допустим аккумулятор).

Внимание!!! всем прочесть три раза этот пост, GRN здесь прав на 100%, возможно некоторые моменты требуют оптимизации, но суть верна.

Пост eBiker (skif.biz):

Уважаемые коллеги!

1. То, что "получит" конденсатор, будет "изъято" с помощью магнитного потока из источника питания через !!!подключенные!!! к нему обмотки (поле и ВСЕ обмотки находится в изолированной системе - "банке из под селедки". Термин мой)

Ответ MSN: Вот мы и пришли к выводу, в который уже раз, что конструкция современных двигателей НЕ ПОЗВОЛЯЕТ оптимально собрать обратный ЭДС. Вывод: или собственная - оптимальная конструкция, или переделка промышленного двигателя, чтобы соблюсти некоторые условия, в частности сбор обратного ЭДС, без противодействия со стороны МП возникающего в его роторе или статоре. Ну и естественно правильная коммутация источника обмоток и буферного элемента (конденсатор).

Рассмотрим импульсный мотор, в котором введем режим так называемой рекуперации обратного ЭДС.

Для простоты будем считать, что у нас статор состоит из одинаково расположенных по окружности N-ного количества постоянных магнитов, допустим полюсом N к ротору. Роторный элемент из шихтованного железа с катушкой L на нем образует постоянный магнит. Для простоты рассуждения считаем, что МП в нем не замкнут и образуется с обоих торцов, входя во взаимодействие со стороны верхнего торца с магнитами ротора, с нижнего он бесполезно рассеивается, но для понимания принципа действия это сейчас не имеет решающего значения. Для упрощения графических работ я развернул статор в линию и нарисовал два соседних элемента-магнита.

Если, например, начать вращать ротор, приложив к нему определенную силу, начнется движение элементов ротора относительно статорного элемента и на обмотках L появится ЭДС согласно диаграмме El. Если вращать ротор без съема тока из L, то сила действия магнита и роторного элемента будет иметь вид на диаграмме F. Т.е. на участке Т0-Т4 будет действовать притяжение элементов от максимального к нулю. Это происходит, потому что в зоне действия роторного магнита железный сердечник намагнитится с таким расположением полюсов, что начнет притягиваться к магниту. Ротор ускоряется. В точке Т4 сила действия на магнит будет равна нулю, иными словами ротор уравновесится со статором именно в этой точке. Далее если начинать двигать ротор относительно статорного элемента, значение силы F принимает отрицательные значения, это значит, что на его отрыв требуется приложить определенную силу. Ротор замедляется. Если ротор симметричен, и эти силы равны, то в динамике , если проинтегрировать по кругу их действие, сумма этих сил будет равна нулю, иными словами мы их можем не принимать во внимание при рассмотрении в нашем двигателе. Учтем в дальнейшем обсуждении эти два момента.

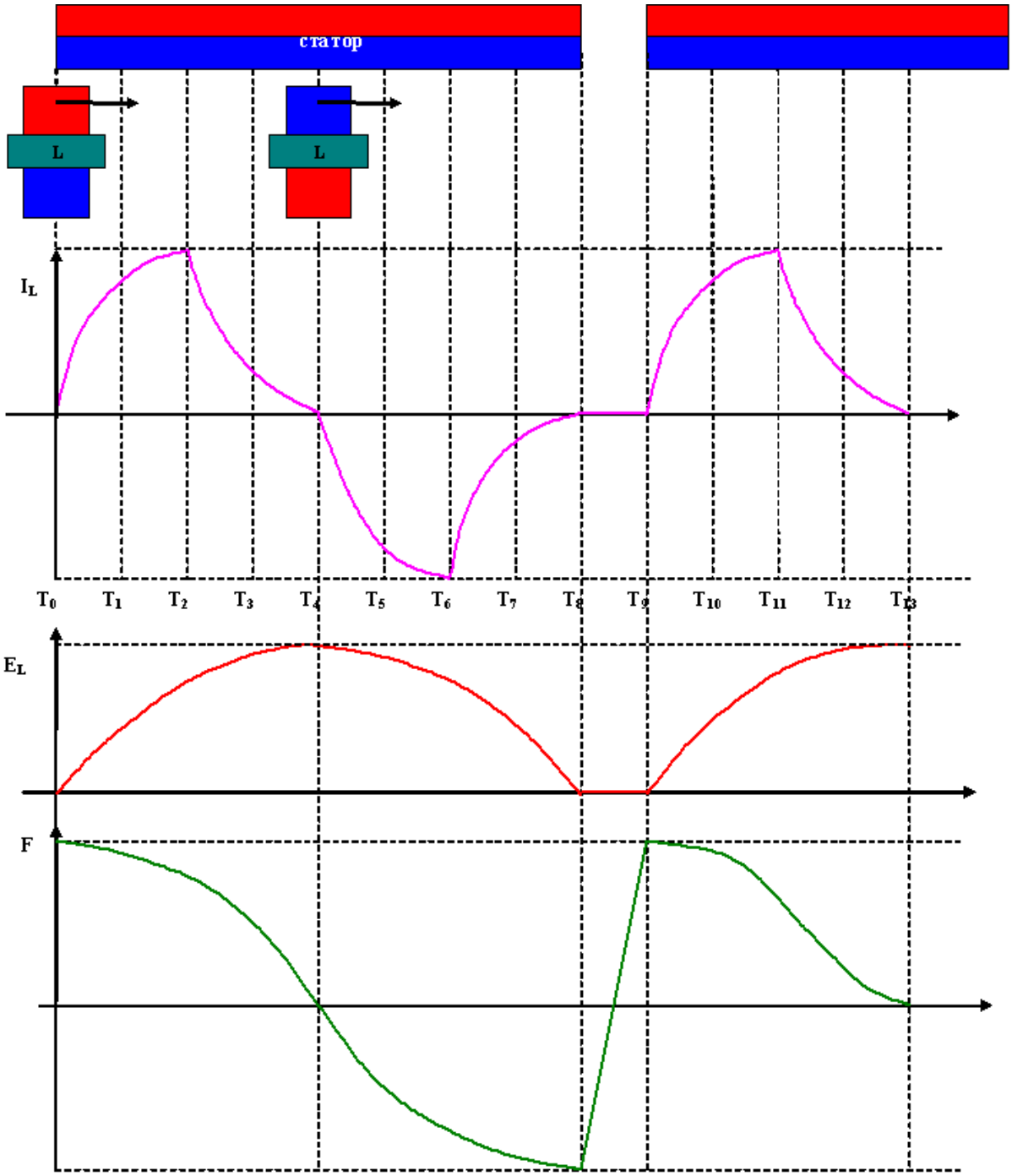
Итак, предположим что роторный элемент находится в точке Т0, подаем в катушку ток, такого знака, чтобы сердечник роторного элемента превратился в магнит на притяжение, допустим S в нашем случае. Ток нарастает, магнит статорного элемента и ротора притягиваются, ротор движется за счет тока источника относительно статора, до точки Т2 за счет тока в L создаваемого источником. В точке Т2 отключаем ток от L и закорачиваем ее на допустим разряженный конденсатор, или низковольтный аккумулятор, в общем буфер с низким внутренним сопротивлением. В катушке L ток начинает спадать: точки Т2-Т4 на оси времени, спадающий ток будет продолжать притягивать магнит статора с электромагнитом ротора, ротор продолжает ускоряться, но уже за счет энергии накопленной в МП индуктивностью. А в буферном элементе накапливается электрическая энергия.

В точке Т4 , т.н. нулевой точке (вспомним в ней силы действия на магнит скомпенсированы) мы производим пере коммутацию источника питания к L так, чтобы статорный элемент поменял свою полярность, и его верхний торец станет N-полюсом. (примечание: второй роторный элемент на рисунке, это есть тот же элемент в момент приложения к нему тока другой полярности). Начинается цикл отталкивания. Ротор ускоряется за счет Магнитного поля произведенного током источника. В точке Т6 источник отключается и индуктивность опять подключается к буферному емкостному элементу. Ток в индуктивности спадает, продолжая отталкивать ротор за счет энергии МП накопленного в индуктивности, в буферный элемент накапливается электрическая энергия.

Цикл прохождения статорного элемента вдоль роторного элемента закончен.

Идея, показанная здесь – это возможность дважды по четверть цикла поддерживать движение за счет сил возникающих в итоге действия спадающего МП, в то же время, позволяя току, возникающему в результате спадания этого МП заряжать буферный элемент, возвращая некоторую, желательно большую, часть электрической энергии.

Меня немного волнует цикл от T0 до T4, не совсем понятно, будет ли ЭДС - El мешать возврату или нет., в крайнем случае этот режим можно убрать оставив режим T4-T9. А режим T0-T4 возможно, кстати, использовать как генераторный для преобразования кинетической энергии выработанной двигателем для преобразования опять в электрическую энергию.



Как только эл магнит окажется в зоне магнита на участке T -0,5, ему уже не зачем двигаться к T1, он уже притянулся к магниту, и если не различный зазор, то по другому в центре постоянного магнита поток должен быть максимальным.

Понял, что имеешь виду, нарисовано же не в пропорции, а для удобства рассмотрения, на самом деле статор должен быть длиннее ротора всего примерно в 2 раза, а не в 8 раз как на рисунке.

Если бы поле магнитов и ЭМ было линейным, изменяющийся зазор понадобился бы, но поле магнита конечной длины нелинейно, в центре (геометрическом) все равно максимум так что залипнуть ротор будет стремиться в T4, проверено при соотношении размеров примерно 1/2.

Понятно все. Еще хочу отметить момент, на который указал Мутант, одним и тем же током и напряжением конденсатор заряжается до напряжения большего, мне не понятно, почему источник (конденсатор) заряженный до напряжения ЭДС самоиндукции продолжает заряжаться.

Ответ GRN: Постараюсь ответить на словах. На примере электродвигателя без коллектора с возбуждением постоянными магнитами, расположенными на роторе. Двигатель имеет встроенный тахогенератор и датчик положения ротора. Обмотки якоря расположены на статоре и управляются трехфазным коммутатором. Все важнейшие характеристики двигателя определяются формой тока фаз якоря. Для получения максимального момента, при постоянстве потерь в меди якоря, форма тока должна соответствовать Форме противо-ЭДС секции.

Противо-ЭДС обычно имеет форму от синусоидальной до трапецеидальной, но всегда плавную. Создание таких форм требует применения аналогового датчика положения ротора и применения преобразователя, работающего в режиме усилителя постоянного тока, или в режиме Д. В первом случае будут большие потери в усилителе. Во втором энергетические показатели будут лучше, но высокая частота переключения силовых транзисторов требует тщательной организации процессов переключения с целью исключения сквозных токов.

Поэтому на практике обычно применяется питание фаз двигателя прямоугольными импульсами.

1. Если противо-ЭДС синусоидальна, то хорошие результаты получаются при питании импульсами длительности 1330, при этом теряется около 4% момента.

2. Если сократить длительность импульса до 1200, то потери момента составляют 4,7%.

3. Если противо-ЭДС имеет трапецеидальную форму с шириной верхнего основания 1200, то при питании обмотки импульсами тока длительностью 1200 потери составляют около 7,4%.

На практике применяют питание фаз двигателя переменными (по знаку) импульсами тока длительностью 1200 с разрывами цепей фаз длительностью 600. В этом случае форма импульса тока в обмотке будет иметь вид трапеции с экспоненциальным нарастанием переднего фронта (у экспоненты выпуклая часть направлена вверх), плоской короткой вершиной и экспоненциальным спадом заднего фронта (у экспоненты выпуклая часть направлена вниз).

Так вот, в заднем фронте импульса заключена почти вся, запасенная электрическая мощность в индуктивности обмотки. При обычном режиме работы эта электрическая мощность просто рассеивается (обычно на шунтирующих диодах) и обогревает атмосферу.

Суть предложения заключается в том, что последовательно с шунтирующим диодом включается разряженная емкость (КЗ) в которую "сливается" накопленная индуктивностью мощность и мы получаем ее в свое распоряжение на время 1800, в виде заряженного до 0,1-0,2 от амплитуды импульса конденсатора. Мы не выпустили затраченную электрическую мощность в атмосферу и теперь грамотно можем ее использовать. Процесс заряда этого конденсатора определяется формой ЭДС самоиндукции обмотки при "обрыве" тока коммутатором, а ЭДС, заряжающая конденсатор, характеризуется кривой перенапряжения (экспонентой спадающей от значения e = -L*di/dt).

Красным выделен ответ на вопрос: "Почему этот эффект имеет место?". Уравнения нужны для инженерных оценок и расчетов рабочих режимов схемы, а также выбора рабочих напряжений для элементов, принимающих участие в процессе коммутации. А из Ваших рассуждений это можно сделать?

Я не вижу здесь причины для обид и тем более дискуссии. Сейчас вопрос в другом, как разрядить этот конденсатор и подготовить его к очередному спаду импульса.

Ответ MSN:

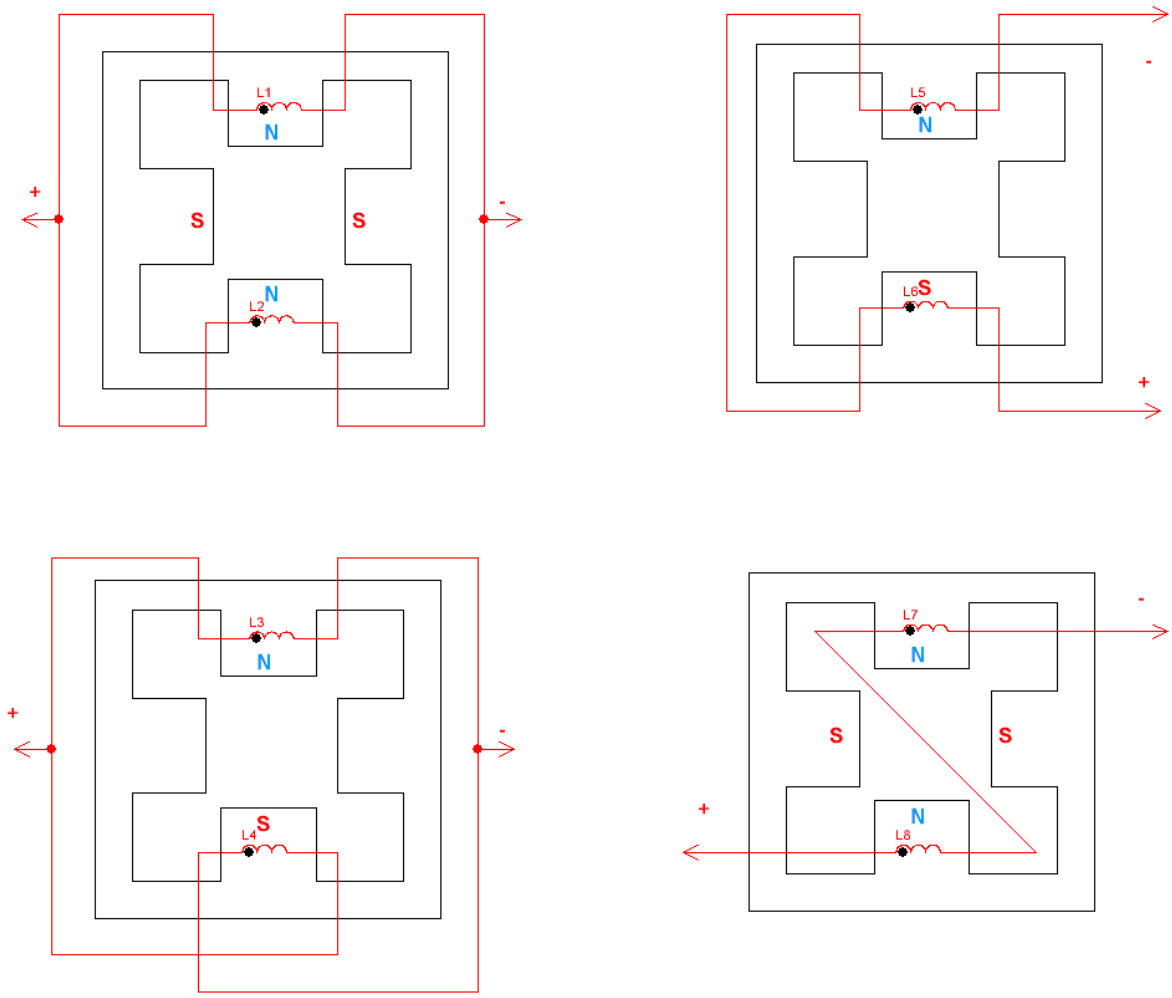
Мысли вслух: GRN- идея правильная, но только идея. Конденсатор, в который сливается энергия реакции среды в виде ЭДС самоиндукции, должен иметь по возможности как можно большую емкость. Известно, что W=0,5*C*U^2, тогда чем больше емкость, при W=const, тем меньше будет дельта U, при каждом цикле потребления тока преобразователем и сбора ЭДС самоиндукции. Из этих условий и следует выбирать емкость низковольтного буферного конденсатора. Однако, напряжение низковольтного источника надо выбирать из условия приемлемого КПД преобразователя, не забываем что существует сопротивление открытого ключа и омическое сопротивление обмотки. Надо считать, но это напряжение должно быть не ниже 12-24В, 1,5 В это перебор, иначе КПД преобразователя будет низок, и будем иметь потери, а наша цель с ними бороться.

Второй момент: чем больше отношение напряжения ЭДС самоиндукции e=-L*dI/dt, по отношению к низковольтному буферному конденсатору, тем меньше потери энергии от собранной ЭДС . Вывод: нужно повышать напряжение питания двигателя и индуктивность его обмоток. У Грея 12В это низковольтный источник, куда рекуперируется Энергия в виде ЭДС самоиндукции и 2500В напряжение питания двигателя, т.е. потери всего 0,5%, это идеально, однако думаю, для эксперимента нужно ограничиться напряжением 300-400В. Повышение напряжения питания двигателя имеет еще один положительный момент: падает потребляемый ток, и соответственно падают тепловые, омические, потери P=R*I^2, которые пропорциональны квадрату этого тока. Это следует и из формулы энергии поля запасенное индуктивностью W=0,5*L*I^2. Из-за пропорционального увеличения индуктивности магнитная индукция в зазоре не меняется. Однако ничего не дается даром, с ростом индуктивности падает скорость нарастания тока, повышение напряжения как раз один из методов борьбы с этим явлением.

В копилку...

Раз ты тоже выбрал железо с четырьмя кернами от маломощного асинхронника, выкладываю четыре варианта соединения обмоток и при этом распределение полюсов получающегося ЭМ на кернах статора.

Думаю, это будет тебе, да и многим другим полезно, и сэкономит время



По пунктам:

1. Энергия затрат на нагрев, постоянна, это Джоулево тепло и считается мощность потерь по известной формуле P=R*I^2. Отсюда просматривается, как ее эффективно уменьшать, уменьшать ток. Уменьшить ток, при той же индукции создаваемой катушкой, можно увеличивая ее индуктивность и увеличивая напряжение на катушке, ток уменьшается. Ход стандартный, но эффективный.

2. Излучение. Я бы не брал его вообще в учет, поскольку мы работаем с частотами много ниже геометрических длин проводников, поэтому потери на излучение минимальны. В нашем случае имеем магнитные потоки, а не радиоволны.

3. Кинетическая энергия подпрыгнувшего магнита. Самый интересный вопрос. Классика считает, что энергия источника тратится на придание кинетической энергии подпрыгнувшему магниту. Я склонен считать по-другому, а именно:

Энергия источника тратится не на кинетическую энергию улетающего магнита, а на создание напряжения в среде, некой неоднородности. Этот участок напряженной среды так воздействует с телом магнита, что придает ему импульс, тело получает некоторую кинетическую энергию, начиная движение. Кинетическая энергия тела в дальнейшем может совершать определенную работу. По мере выхода тела магнита из зоны напряженной среды созданной соленоидом, их взаимодействие уменьшается обратно пропорционально квадрату расстояния между ними. Если прервать ток в соленоиде в момент, когда взаимодействие магнита и соленоида минимально, то энергия напряженной среды рассеется в окружающем пространстве, но если собрать эту энергию

в виде обратного ЭДС, то мы будем иметь кинетическую энергию летящего магнита, плюс реакцию среды в виде обратного ЭДС, собранную например в конденсаторе.

Это свойство среды - суть инерция. Это можно попытаться понять на следующем примере из жизни:

Допустим, теннисист бьет ракеткой (источник) по мячу (магнит).

Мяч попадает в упругую сетку (среда) и отлетает, получая некоторую кинетическую энергию. Колебания сетки (среды) затухают и безвозвратно теряются. Но если их каким-то способом преобразовать в иной вид энергии, будем иметь кинетическую энергию мяча, плюс сохраненную энергию возмущенной сетки (среды).

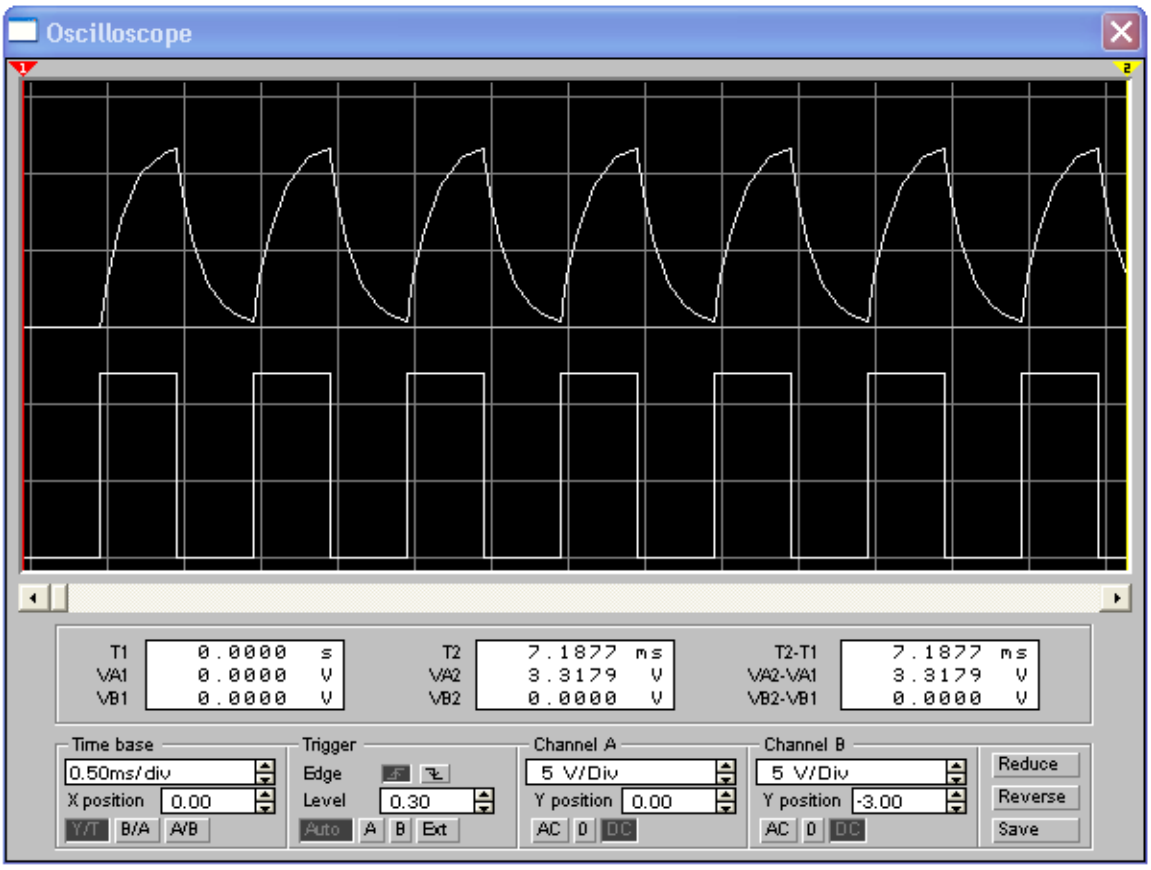
Аналогично и в нашем случае на примере двигателя, источник создает посредством соленоида напряжение в среде среда взаимодействует с ротором(магнит), далее используя тот же соленоид мы максимально собираем обратную реакцию среды, сохраняем и запускаем на использование повторно. В этом случае все будет выглядеть после закачки необходимого количества энергии в устройство, так что двигатель производит механическую работу, а источник только пополняет потери в LC контуре.

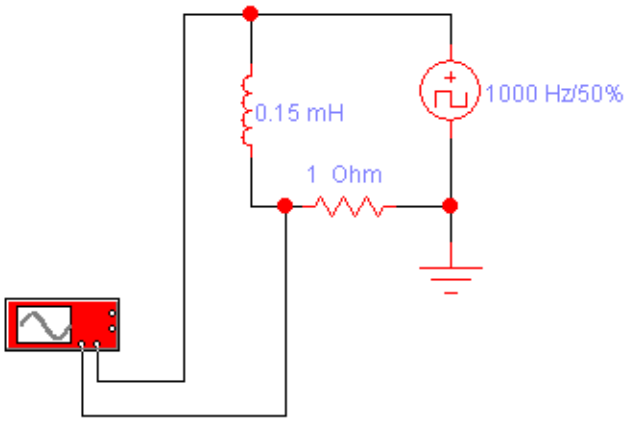
Если я правильно врубился в идею, вы хотите напряжение индукции от уходящего полюса ротора утилизировать без торможения ротора. Для этого ток в накопительный конденсатор должен быть минимальным. Этого можно достичь при маленькой емкости конденсатора и при большом напряжении на нем. При разряде конденсатора на нагрузку (обмотку статора) получаем большой ток по формуле i=C*U/t.

Да нет, все проще, выбираем в системе ротор-статор фазу, когда нужно, например, подавать ток для отталкивания ротора от статора. Подаем ток в статор, ток нарастает, что приводит к отталкиванию ротора, в некоторый момент замыкаем катушку статора на разряженный конденсатор большой емкости, ток в катушке начинает спадать, направление тоже, отталкивание продолжается, но уже без участия источника, конденсатор заряжается, утилизируя электрическую энергию, это кратко...

НАПРЯЖЕНИЕ ЭДС САМОИНДУКЦИИ НА ВЫВОДАХ КАТУШКИ ИМЕЕТ ОБРАТНЫЙ ЗНАК, А ТОК В ИНДУКТИВНОСТИ ТЕЧЕТ В ОДНУ И ТУ ЖЕ СТОРОНУ

Вот для наглядности с эмулировал в WorkBench похожую ситуацию, верхняя осциллограмма- есть ток в индуктивности, нижняя импульсы напряжения приложенного к индуктивности.

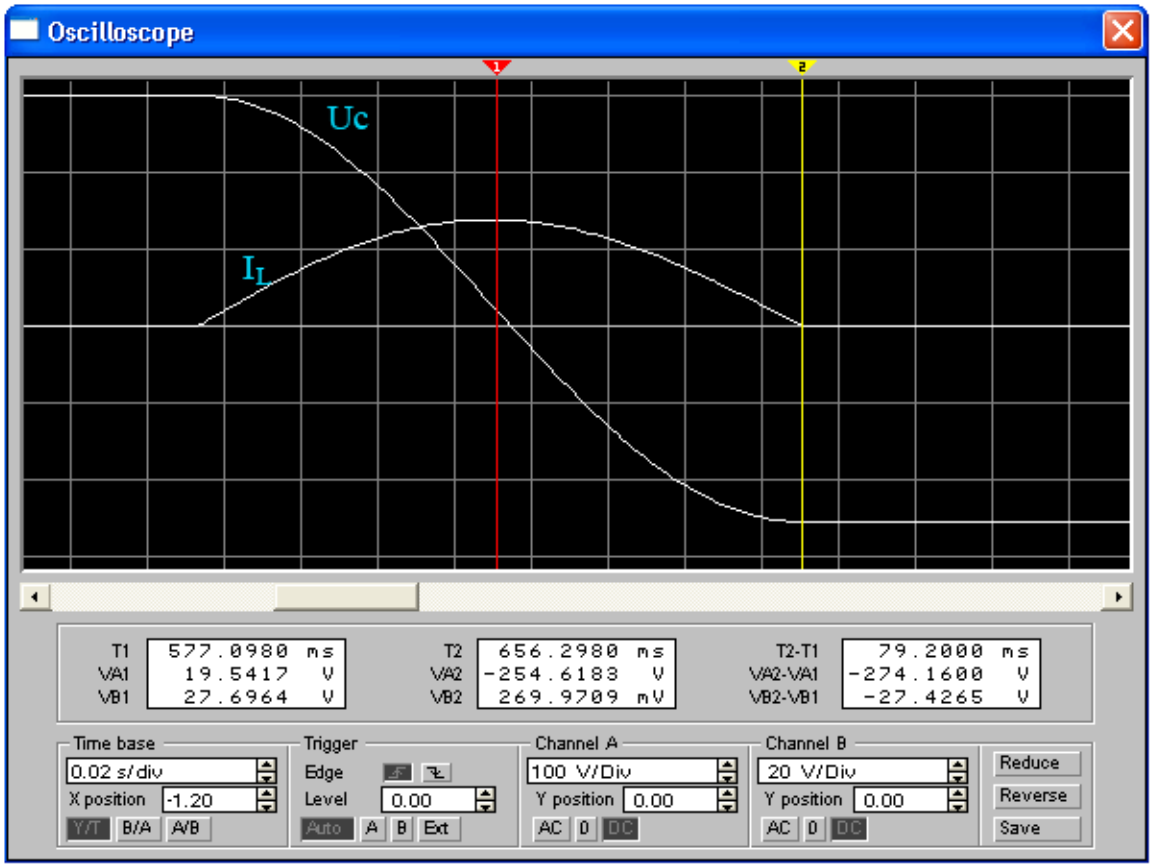


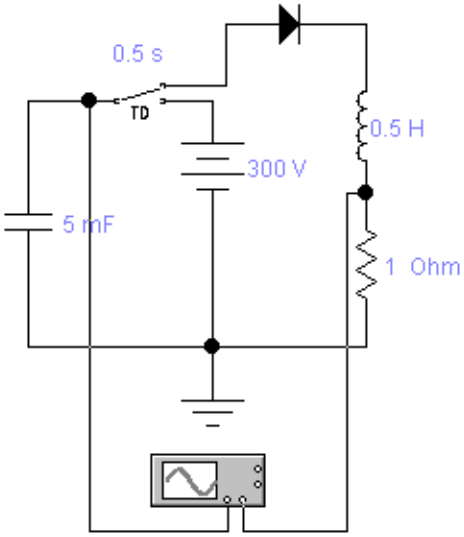


Вот с эмулировал схему из первых постов, те же яйца, только в профиль. Напряжение на конденсаторе становится равно нулю, как только ток в индуктивности достигает максимума, (вертикаль #1) а затем конденсатор перезаряжается отрицательно за счет ЭДС самоиндукции относительно напряжения первоначального заряда, в это время ток в индуктивности спадает до нуля (вертикаль #2). Заметь, - ток в индуктивности ни за время разряда емкости, ни за время ее перезаряда не принимает отрицательного значения, только лишь спадая по амплитуде (участок #1_2#). Раз нет отрицательных значений тока, следовательно, магнитный поток не изменил направление, следовательно, полярность электромагнита созданного за время процесса не поменялось. А раз не поменялась полярность, следовательно, если у нас в этот момент было запланировано, например, отталкивание ротора от статорного ЭМ, то это отталкивание будет происходить с начала замыкания ключа до момента линии #1 за счет энергии источника

запасенной в конденсаторе и отдаваемой в индуктивность. А с момента #1 до момента #2 за счет энергии запасенной в магнитном поле, иными словами тока перезаряда емкости.

Заметь электрическая энергия, затраченная на этот процесс возвращена за минусом потерь в конденсатор, а мы дополнительно к возвращённой в конденсатор электрической имеем кинетическую энергию ротора.





Пост yurec (skif.biz):

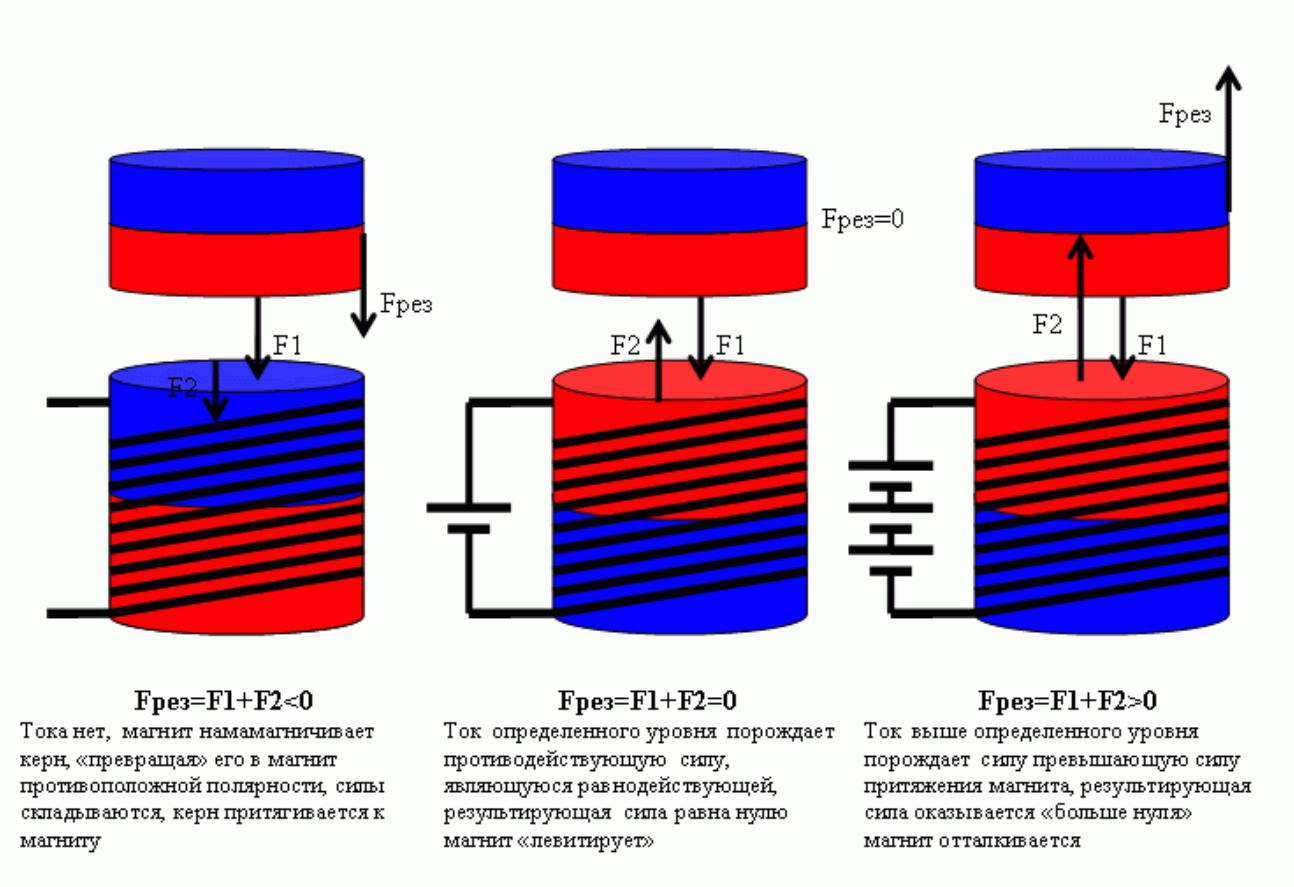
Блин. Это действительно тяжело понять(по себе знаю). Но можно.

Насколько заряжен конденсатор? Меряем напряжение и всё понятно. А катушка? Меряем ток(!) и всё понятно. Заряд катушки зависит от тока, чем он больше, тем больше её заряд (не забываем о насыщении).

Что происходит в параллельном LC контуре после того как происходит разряд C на L? Почему ток не прекращается? Ведь напряжение в этот момент на элементах равно нулю! А в том то и дело, что напряжение ноль, но ток в катушке максимален. И, следовательно, заряд катушки тоже в максимуме. Она (катушка), как-бы, превращается в батарейку, которая теперь начинает разряжаться на конденсатор. А МАГНИТНОЕ ПОЛЕ МЕНЯЕТ СВОЮ ПОЛЯРНОСТЬ (НАПРВЛЕНИЕ) ТОЛЬКО В ТОТ МОМЕНТ, КОГДА В КАТУШКЕ ТОК РАВЕН НУЛЮ, ВЕРНЕЕ ПЕРЕХОДИТ ЧЕРЕЗ НОЛЬ.

Пост MSN (skif.biz):

Как и обещал, выкладываю рисунок с тремя состояниями в которых может находится постоянный магнит относительно соленоида, при разном токе в последнем.

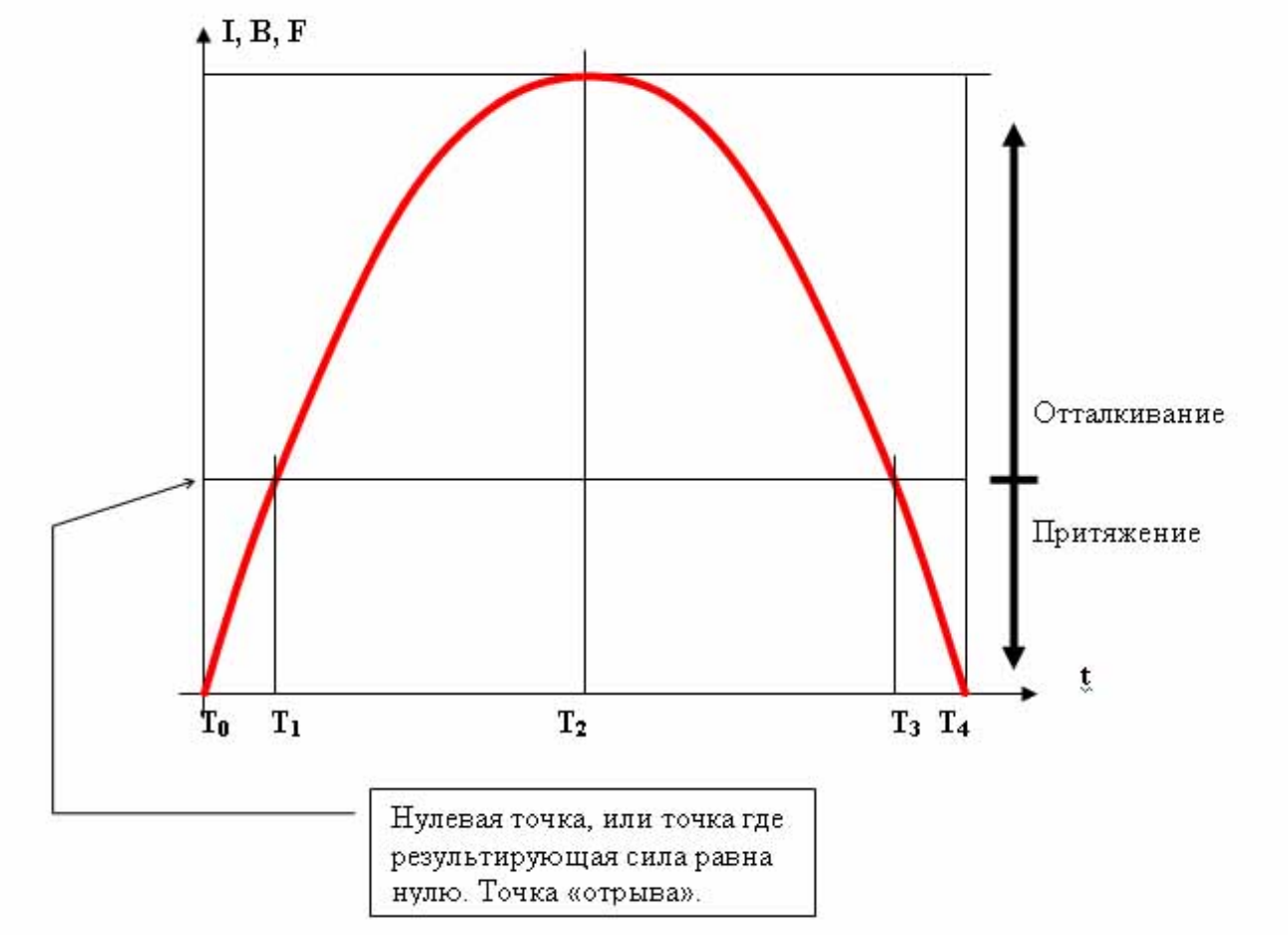


На первом рисунке ток в соленоид не подан, и магнит, намагничивая, превращает керн в магнит противоположной полярности, - магнит притягивается к керну.

Если подать в соленоид ток определенной полярности и начать постепенно его увеличивать, то в определенный момент наступит равенство сил притяжения/отталкивания, - это второй рисунок, или момент времени T1 на графике.

Наконец если увеличивать ток в соленоиде сверх значения "нулевой точки" (третий рисунок), то сила отталкивания превысит силу притяжения, - магнит начнет отталкиваться, при спадании тока опять до "нулевой точки" процесс повторится с точностью до наоборот.

Поэтому проектируя двигатель, требуется магнитный элемент ротора (если они расположены на роторе) выводить из этой точки до наступления момента времени Т3 и вводить в зону действия статорного электромагнита после момента времени Т1.



Пост bes (skif.biz):

Что касается конкретного момента, меняются ли полюса соленоида, могу согласиться с тем, что сказали MSN и yurec.

****

...направление тока зависит только от dФ/dt магнитного поля.

****

Попробую сказать более подробно F - пропорционально току. Ток в катушке при разряде конденсатора растет до максимума, а потом спадает до нуля. А теперь более подробно.

_____

Вначале ток равен нулю, F равно нулю и напряжение на измерительной катушке равно нулю.

Затем ток начинает расти, растет градиент изменения тока и градиент изменения магнитного поля, dФ/dt.

Поскольку напряжение, индуцированное в измерительной катушке пропорционально dФ/dt, то оно тоже растет.

Где-то на участке изменения тока от нуля до максимума градиент тока достигает максимума, и напряжение тоже достигает максимума.

Затем градиент изменения тока начинает уменьшаться, уменьшается и dФ/dt, и уменьшается напряжение.

Когда ток достигает максимума, он перестает возрастать, его градиент становится равным нулю, становится равным нулю и dФ/dt, и напряжение тоже становится равным нулю.

Затем ток начинает уменьшаться. Его градиент меняет знак, меняет знак и dФ/dt (но не полюса соленоида), и меняет знак получающееся напряжение.

На участке спада тока, где градиент становится максимальным, напряжение с обратным знаком достигает максимума.

Затем при падении тока до нуля, и напряжение тоже падает до нуля.

В данном эксперименте ток в дальнейшем равен нулю. И если судить по временной шкале, и напряжение на катушке больше не меняется.

Если бы полюса поменялись, то есть было бы какое-то Ф, то в дальнейшем оно должно было бы тоже упасть до нуля и напряжение сделало бы еще цикл.

Таким образом, за время разряда конденсатора на измерительной катушке получается один полный период изменения напряжения. Если непонятно, я подумаю, как привести аналогию из гидравлики.

Что касается опыта с отталкиванием магнитика, то я такой опыт не знаю, а искать его по всем страницам не могу, поскольку у меня модем.

Может, кто скажет страницу, и я попробую посмотреть, и может что-то замерить.

Пост bes (skif.biz):

Померял я все, что смог в схеме с прыгающим магнитиком. При неизменных условиях повторяемость почти абсолютная. Кривые накладываются друг на друга.

Вот типичный график изменения напряжения на катушке и изменение энергии на катушке(W-P) Изменение энергии я считал по W=1/2*C*U*U в каждой точке, а потом непрерывно складывал полученные данные. Считал без учета времени, так что это не абсолютная энергия.

По идее, если нет потерь, в конце графика кривая должна прийти к нулю.

Но что-то где-то не учлось, так как когда я поставил Ш-образный сердечник, значение стало отрицательным, хотя и не большим.

Скорость записи была 3000 точек в сек.

Попробовал померять потери в схеме с разными сердечниками. Катушка с центральным сердечником из трансформаторных пластин имеет потери больше 50%.

С сердечником из ферритовых стержней потери около 20%.

Ш-образный сердечник без замыкающих пластин около 10%.

Ш-образный сердечник с замыкающими пластинами около 2%.

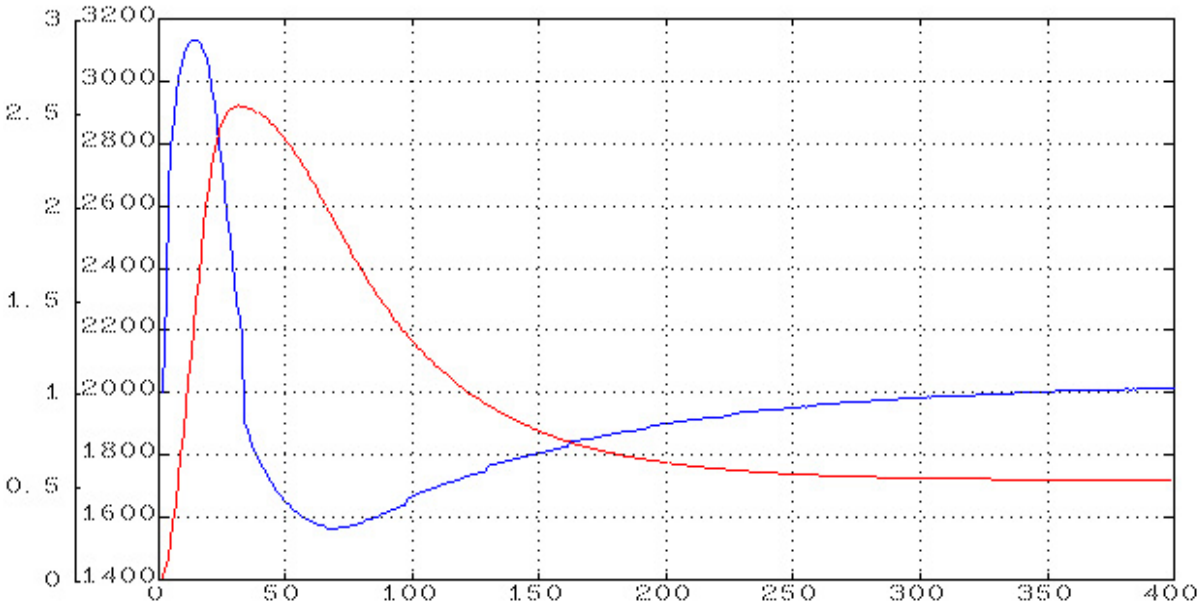
Потом попробовал магнитик. На варианте с пластинами в катушке он прыгает примерно на 5-8 мм.

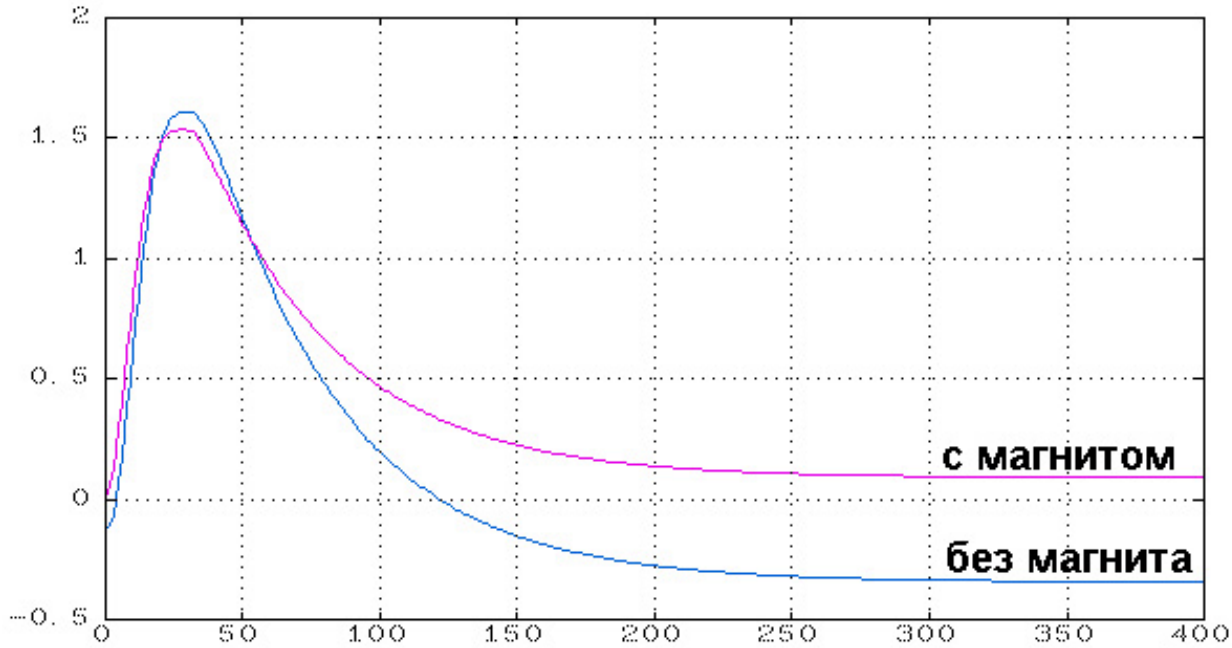
На варианте с Ш-образным сердечником без замыкающих пластин он прыгает примерно на 50-70 мм.

Магнит сильно повлиял на характер графика. Значительно возросли потери.

Вот сравнительный график энергий с магнитом и без него.(W)

Если надо, напишу полное описание эксперимента со всеми данными.





Пост MSN (skif.biz):

Естественно, с магнитом картина должна отличаться, но качественно не сильно, насколько я успел увидеть, ведь улетающий магнит в катушке тоже должен наводить какую-то ЭДС. Насколько я разобрался, ее знак должен быть направлен в том же направление, что и напряжение

подключаемого к катушке конденсатора, но ее значение гораздо ниже напряжения на конденсаторе.

Полное описание опыта конечно не помешает.

По поводу потерь: не забываем что при разомкнутом магнитопроводе, вторая часть керна не используется, а она тоже может "метать" магнит, также заметил, если площади магнита и керна не соответствуют, будут потери. При конструировании двигателя, все это естественно нужно учитывать.

Пост MSN (skif.biz):

Схема была собрана для эксперимента, поэтому извлекайте из нее только принцип.

Когда замыкается S2 и заряженный конденсатор подключается к катушке, в той начинает нарастать ток, создается МП, которое совершает работу, например, над магнитом. Как только напряжение на конденсаторе станет равным нулю, ток в индуктивности станет падать и конденсатор начнет перезаряжаться ЭДС самоиндукции с обратным знаком, диод не дает возникнуть затухающим колебаниям, разрешая произойти только одному циклу разряд/заряд, сделано так только для удобства измерения возвращенной энергии.

Если говорить о схеме реального двигателя, то вариантов масса, но основных направлений два:

1. Питание от источника переменного тока. Тогда схема двигателя будет представлять обычный LC резонансный контур, в котором будут компенсироваться только потери из сети, в этом случае расположение полюсов на роторе должна предусматривать чередующиеся полярности.

2. Питание от источника DC. Тогда нужно предусматривать датчик положения ротора, контроллер и ключи которые должны по определенному алгоритму коммутировать источник или заряженный конденсатор к катушке и направлять возвращаемую ЭДС самоиндукции либо в нагрузку, либо в источник, либо в буфер для дальнейшего использования.

Пост MSN (skif.biz):

Есть один узкий момент на который почему-то никто не обращает внимание.

Все, ну или почти все двигатели, разработанные и работающие в настоящий момент в мире, обладают трансформаторной характеристикой, а это значит, что индуктивность в них "умирает" по определению...

А нет индуктивности, нет и резонансного LC контура со всеми вытекающими...

А в принципе, можно реализовать в электронике то, о чем я спросила? Для того же прыгающего магнита?

Ответ MSN:

Можно, это решение в схемотехнике например называется косой полумост. В диагональ наш LC контур.

Как один из вариантов можно использовать эту мостовую схему.

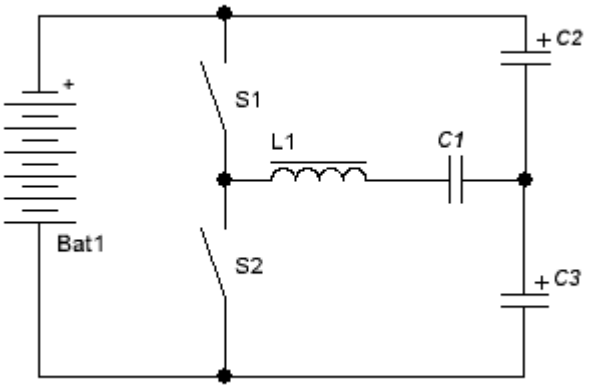
Ключи S1 и S2 включаются естественно попеременно, моменты их переключения, - когда напряжение на конденсаторе C1 максимально а ток в катушке равен нулю.

Если в качестве ключей применить тиристоры, то выключаться они будут автоматически, нужен будет только короткий импульс на включение.

По дизайну:

Включением ключей должен управлять, например программный диск с оптодатчиками или датчиком холла. Момент включения естественно, когда элемент статора напротив элемента ротора. Индуктивность статор/роторных элементов и емкость С1 должны быть рассчитаны так, чтобы обратный ЭДС успевал зарядить С1 до выравнивания статор/роторных элементов для следующего цикла.

Диаграммы токов и напряжений нарисуете сами, раз это вызывает такой ажиотажный интерес.



Пост MSN (skif.biz):

1. Катушки статора и ротора должны быть включены на отталкивание.

2. Включения тока должно происходить в момент, когда статорный и роторный элемент находятся строго друг напротив друга.

3. Датчики должны иметь возможность двигаться на небольшой угол для подстройки "ЗАЖИГАНИЯ".

4. Если использовать расположение статор/роторных элементов без зазора то вот что может происходить: когда роторные элементы (например красные) отталкиваясь начнут двигаться и перекрывать синие элементы, то магнитный поток от синих начнет наводится в красных и наоборот, если эти потоки будут встречные, то ЭДС одного будет вычитаться из ЭДС другого, получишь эффект уменьшения индуктивности, если наоборот, то получишь сложение ЭДС и эффект увеличения индуктивности. НЕ нужно забывать что работают еще свои потоки статор/ротор (красный-красный, синий-синий) и при разъезде встречно включенных катушек их общая индуктивность увеличивается. Поэтому пока не определишься со схемой расположения элементов, невозможно сказать будет ли корректно работать схема коммутации.

MSN, вопрос может показаться странным, но. Проводили ли Вы эксперимент по перезарядки емкости при неподвижном магните, т.е. магнитные силы на магнит действуют, но он "привязан" и ни куда не летит?

Ответ MSN:

Совсем не странный вопрос, проводил, и это сказано в первых постах. С магнитом и без, с прыгающим и удерживаемым рукой.

Возврат обратной ЭДС при этом не изменяется.

Теория, почему так:

Дело в том, что ЭДС самоиндукции она Лоренцова и равна E=-L*dI/dt, являясь реакцией среды на изменение тока. А ЭДС, наводимая отлетающим магнитом, Фарадеева E=-N*dФ/dt , является

следствием изменения магнитного потока от улетающего магнита. Мало того, знаки ЭДС источника (заряженного конденсатора в моем случае) и Фарадеева ЭДС от улетающего магнита имеют одинаковую полярность.

Поэтому меньшая, Фарадеева, ЭДС, при соблюдении некоторых граничных условий, не может вычитаться из Лоренцевой ЭДС, не влияя на сбор последней.

Пост MSN (skif.biz):

Если применить систему как у Грея, - два взаимно отталкивающихся электромагнита, нужно не забыть про такой параметр как взаимоиндукция, и поскольку имеем дело с катушками с взаимосвязанными МП, (потоки катушек направлены встречно, отталкивать все же мы собрались), то Lобщ=L1+L2-M (где M-взаимоиндукция), видим что общая индуктивность соединенных последовательно-встречно и связанным по магнитному потоку катушек падает.

Но не пугайтесь, если сердечники разомкнуты, то M, а следовательно падение небольшое. MSN проверял, в различных конфигурациях падение от 0,4 до 0,6 от индуктивности единичной катушки, и теория говорит примерно о том-же.

По мере расхождения катушек (статор вращается), коэффициент взаимоиндукции падает практически до нуля и в пределе имеем Lобщ=L1+L2.

То есть увеличение общей индуктивности при расхождении катушек ожидается в 4-5 раз. Согласно ЗСЭ, ток в такой системе катушек (при расхождении) должен падать в корень квадратный из увеличения L раз. И пропорционально увеличится время действия этого тока. Это нужно учитывать при сборе обратного ЭДС и при выборе источника, в который предполагается сливать возвращающуюся энергию.

Как вы думаете, почему у Грея два конденсатора в его контуре, разрядный и зарядный? Правильно, в том числе и поэтому.

Пост MSN (skif.biz):

Можно и так (про скрещенные поля), но я о другом. Повторюсь. В учебнике по Электрическим машинам есть фундаментальное выражение: преобразование электрической энергии в механическую. Да нифига это не так. Механическая энергия это сила, помноженная на радиус вектор (момент) умноженная на угловую скорость. А сила пропорциональна индукции поля, в котором движется проводник на длину проводника и на силу тока в проводнике. Так на что же идет энергия, потребляемая от источника.

Дело в том что, когда проводник с током движется в магнитном поле, то на нем наводится ЭДС (назовем ее генераторной), по Фарадею, которая пропорциональна длине проводника, индукции поля и скорости движения проводника. Так вот направление этой ЭДС такое, что она направлена против ЭДС источника создающего ток в проводнике. И при увеличение скорости вращения машины необходимо увеличивать напряжение источника чтобы скомпенсировать эту ЭДС (я о коллекторной машине в частности) Вот именно на это и потребляется львиная доля электроэнергии из источника, на преодоление этой ЭДС. Это доказывает и уравнение эл машины

Uист=E+RI^2 / Избавиться от нее невозможно. Закон есть закон, а вот компенсировать можно, я о том, что существует такая конфигурация, когда от такой ЭДС приведенной к источнику на общей длине проводников машины можно избавиться.

Энергия не может принадлежать кому-то одному, потому что мы, и все вокруг нас - Энергия!

Сайт: www.001-lab.at.ua