

Анализ осциллограмм генератора

Многие начинающие диагносты после покупки осциллографа сталкиваются с проблемой анализа осциллограмм. Даже если уже получается правильно подключиться и снять осциллограмму, то не всегда получается её правильно проанализировать. Причем, хотя в сети много самой разной информации, но конкретно по анализу осциллограмм (что именно обозначают все эти импульсы, завитушки и закорючки, что важно, а что не очень...) её не так уж и много. В этой статье я попробовал максимально простым и доступным языком, рассчитанным именно на начинающих, рассказать о анализе осциллограмм автомобильного генератора.

На подавляющем большинстве автомобилей установлены трехфазные генераторы переменного тока, с фазами смещенными на 120° и выпрямительными диодами.

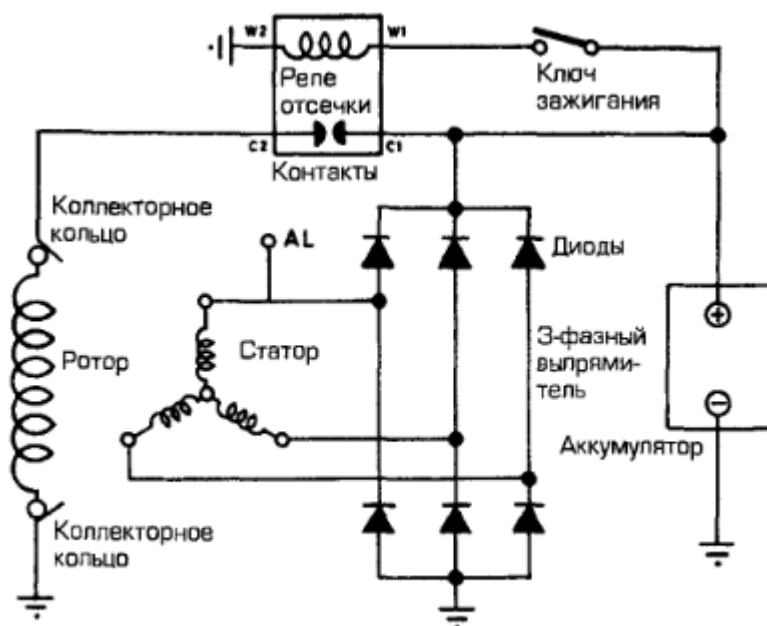


Рис. 3.16. Генератор с возбуждением от аккумулятора

Может возникнуть вопрос – а почему фаз именно три и бывают ли автомобильные генераторы с другим количеством фаз? Бывают и исключение составляет, например, Toyota / Lexus, где установлен шести фазный генератор.

Семинар-2013
Генераторы
Инновации

Toyota Dual Winding System Generator (1) (1) sc1, sc2, sc6*

© Toyota Electrical Circuit Diagnosis - Course

Преимущества

- Снижение пульсаций, помех и магнитных шумов
- Уменьшение потерь
- Увеличение удельной мощности

Инновации

- 2 набора 3-фазных сегментированных обмоток
- Интегральное изготовление статора и обмоток

• Использование диодов Шоттки

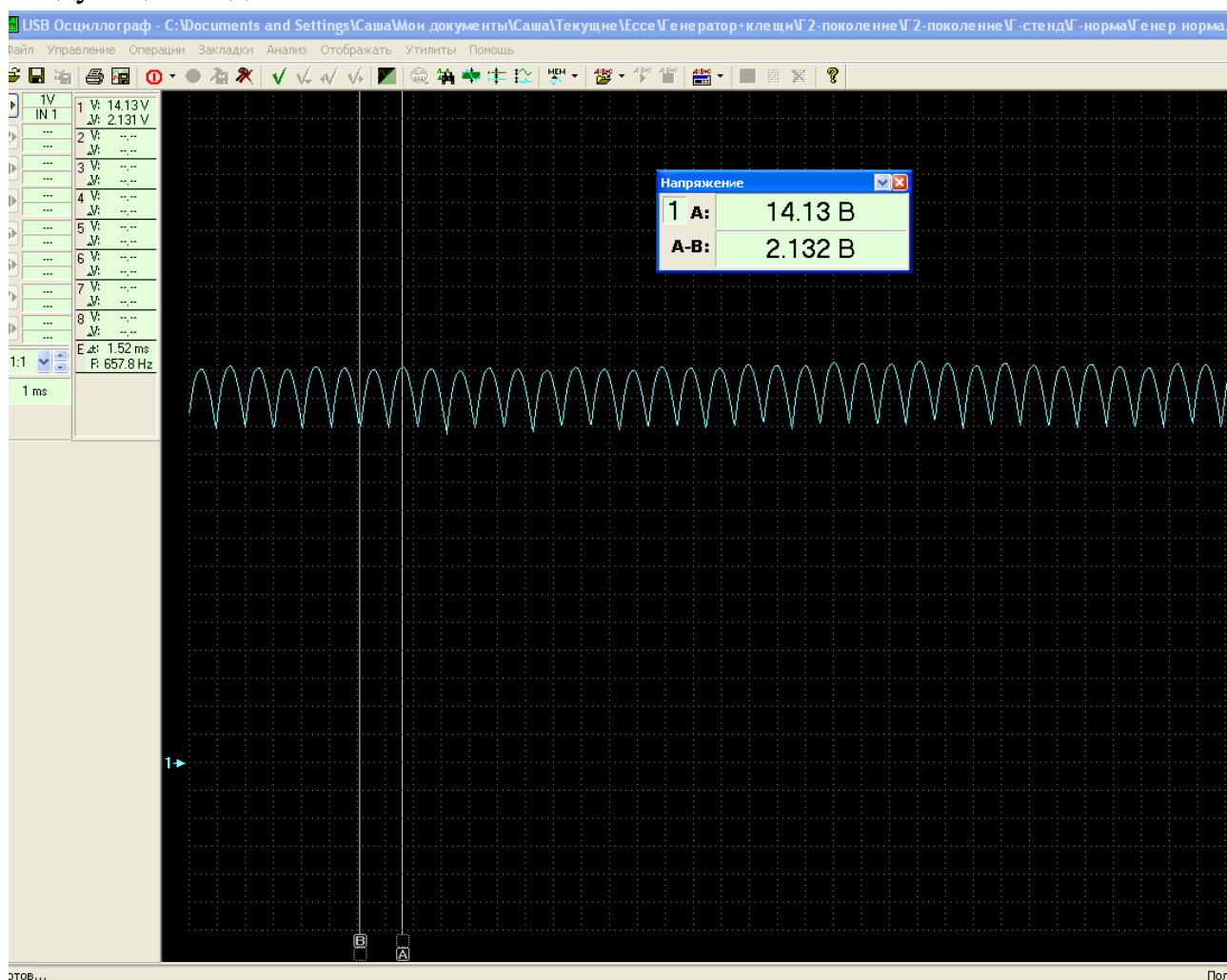
Затока - 2013

al tech page - www.alflash.com.ua

Эта схема взята с сайта В. П. Лещенко, http://alflash.com.ua/2013/zatoka/generator_t.pdf

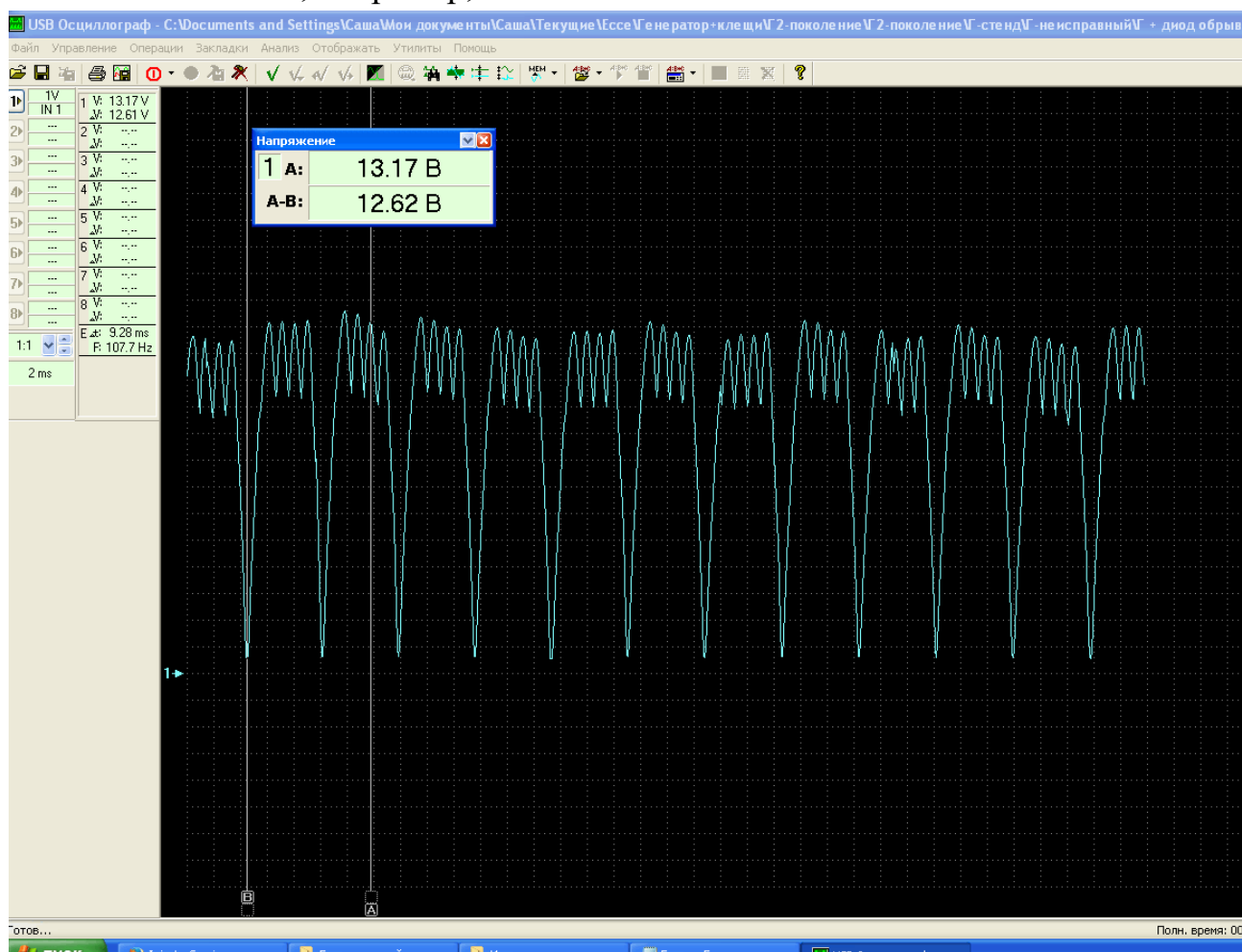
На схеме шести фазного генератора видны две независимые друг от друга обмотки статора, со смещением в 30° , и два диодных моста. При первом взгляде на схему шести фазного генератора я сразу не понял, почему две её отдельные обмотки смещены, почему то, только на 30° , относительно друг друга (мне подумалось, что должно быть 60°). Но, вникнув более глубоко в конструкцию генератора я понял, что, всё-таки, должно быть 30° . Но, давайте вернемся к этому вопросу чуть позже, а сейчас возвратимся к трехфазному генератору.

Осциллограмма исправного трехфазного генератора будет иметь следующий вид.



На этой осциллограмме видны равномерные пульсации с перепадом напряжения около 2-х Вольт. Сразу уточню, что приводимые осциллограммы сняты с генератора, установленного на стенде, с отключенной аккумуляторной батареей (АКБ).

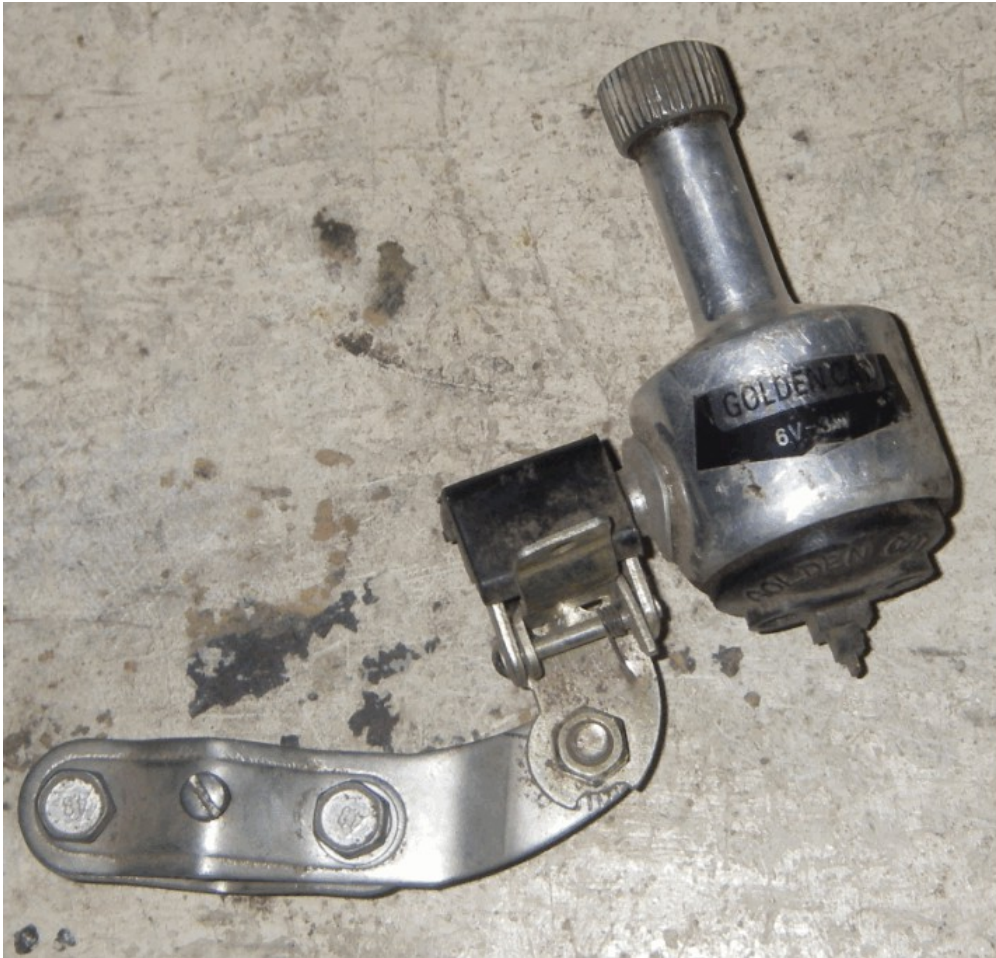
При неисправности диодов (или обмотки статора) форма осциллограммы изменится и станет, например, такой.



На этой осциллограмме один диод генератора находится в обрыве. Обратите внимание на перепад напряжения между максимальным и минимальным выходным напряжением генератора. В исправном генераторе это была пара Вольт, а здесь напряжение падает почти до нуля. Для анализа таких осциллограмм нужно, как минимум, знать как устроен генератор и представлять себе протекающие в нем процессы.

Давайте попробуем разобраться – почему при обрыве, например, только одного полупроводникового диода осциллограмма приобрела именно такой вид. Для этого напомним, что обмотки генератора могут быть соединены как звездой, так и треугольником, а диоды включены по схеме Ларионова.

Ещё раз напомним, что для анализа осциллограммы неисправного генератора нужно знать как он устроен и понимать как он работает. Для лучшего понимания этих процессов давайте, сначала, начнем с простейшего генератора.

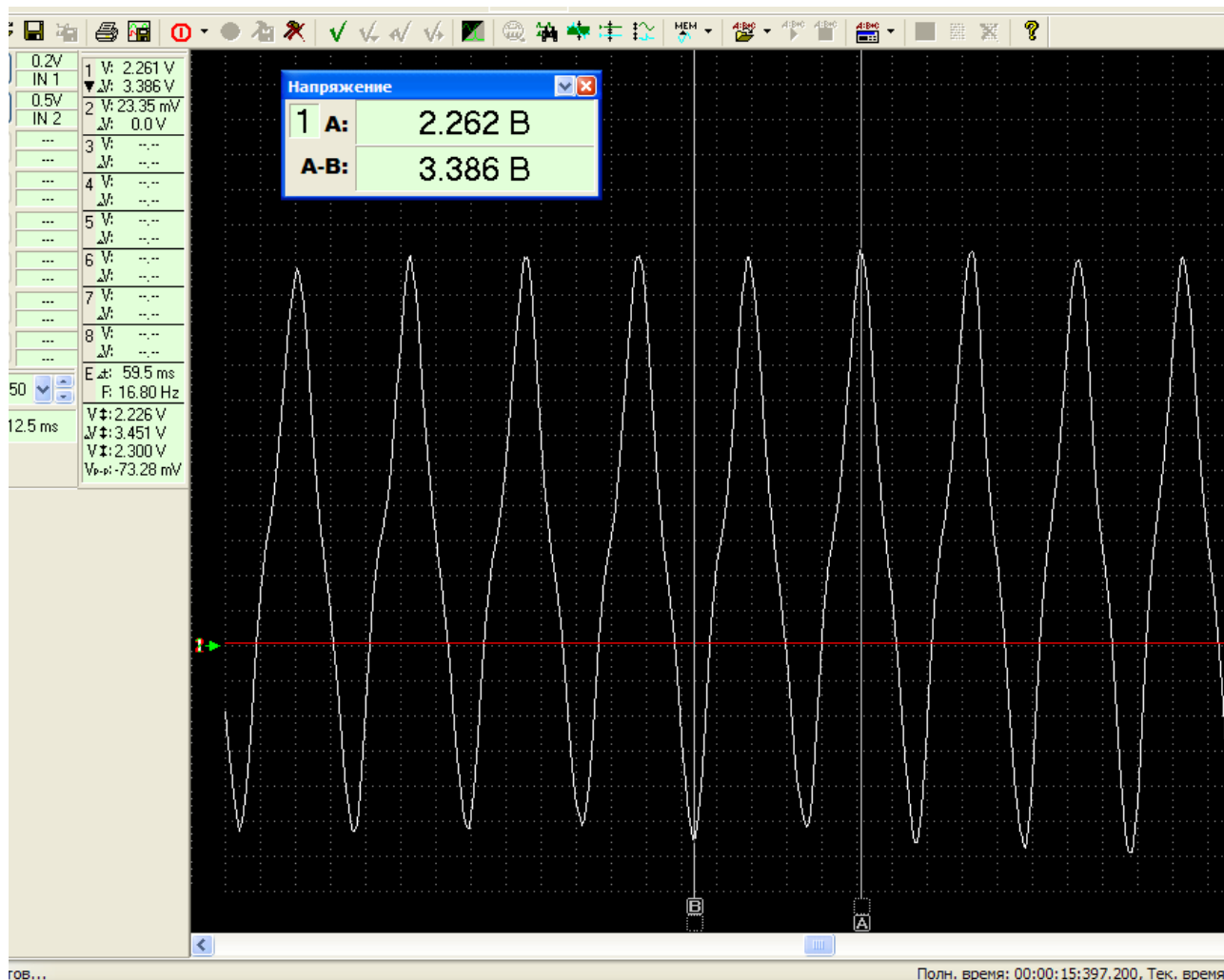


Наверное, все знают, что внутри динамки находится постоянный магнит и катушка с проводом. При вращении вала вращается также и магнит, из-за чего магнитное поле индуцирует в катушке Э.Д.С. Поскольку полюса магнита все время чередуются, то и ток в динамке также возникает переменный. В динамке могут возникнуть только две электрические неисправности – обрыв, и короткое замыкание (К.З.) катушки. Причем, если обрыв элементарно находится омметром, то К.З. найти непросто. В автомобильном генераторе чаще всего бывают такие же две неисправности – а именно обрыв и короткое замыкание.

Поскольку в бортовой сети автомобиля применяется постоянный ток, то от динамки, выдающей переменный ток, нам нужно получить ток постоянный. Таких способов есть два:

- 1) якорь с коллектором;
- 2) выпрямить переменный ток, превратив его тем самым в постоянный.

А теперь плавно переходим к осциллограммам. Для начала я поэкспериментировал с этой самой динамкой. Вот осциллограмма напряжения, снятая с велосипедной динамки.



Красная горизонтальная линия – это ноль Вольт. Все что выше этой линии – это положительное напряжение (+), а все что ниже – отрицательное (-). На индикаторе значения видно, что положительное напряжение равно 2,26 Вольт, а отрицательное – 1,12 Вольт ($3,38 - 2,26 = 1,12$).

Если напряжение от динамики выпрямить одним полупроводниковым диодом,

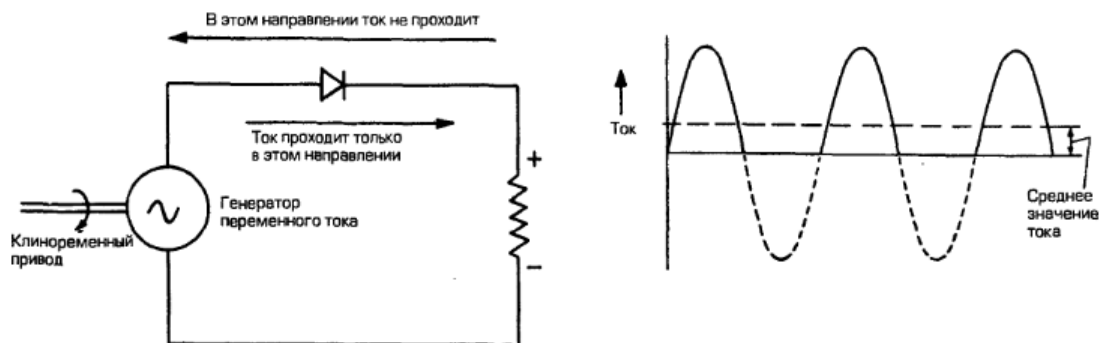
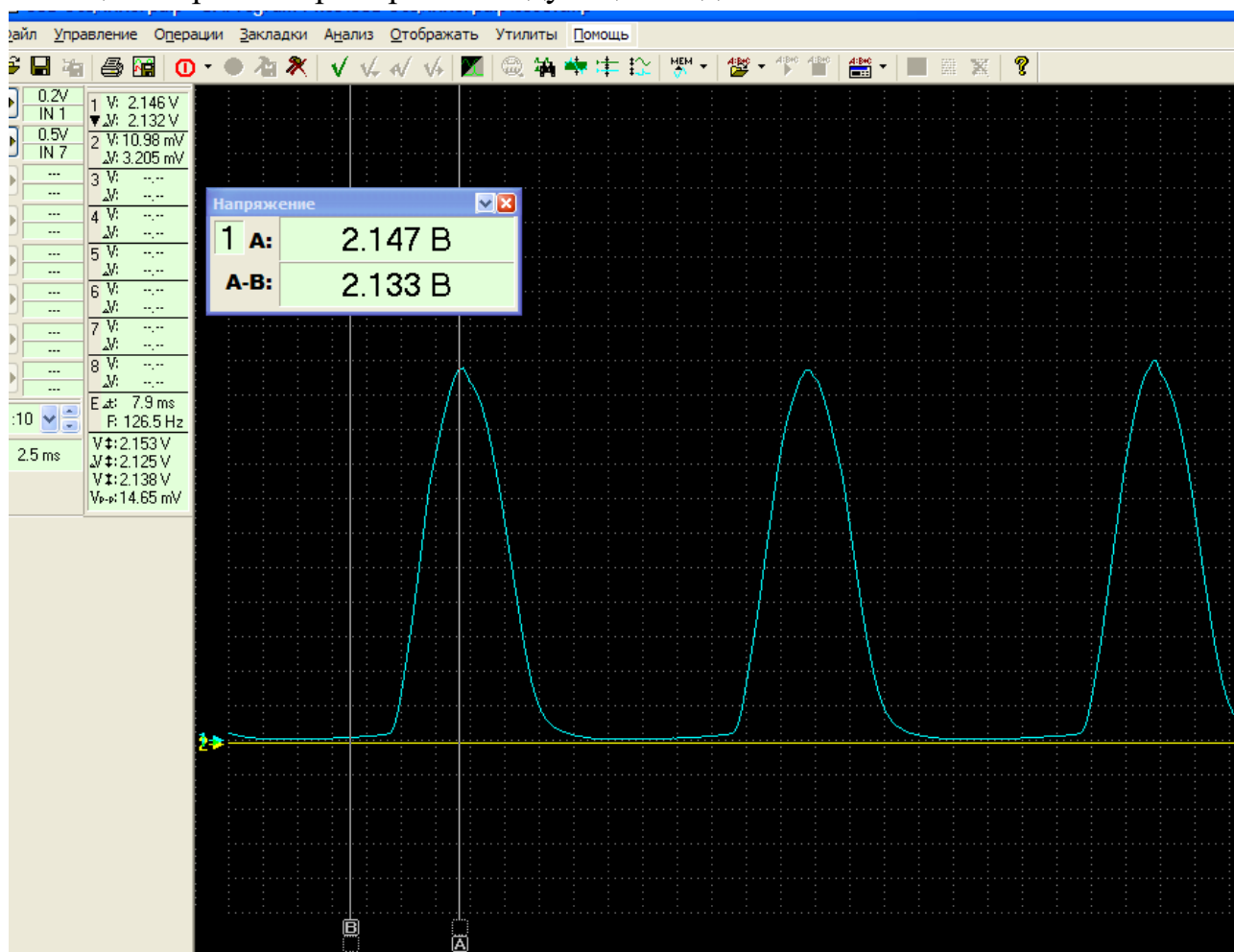


Рис. 3.7. Однополупериодный выпрямитель

то осциллограмма приобретет следующий вид.

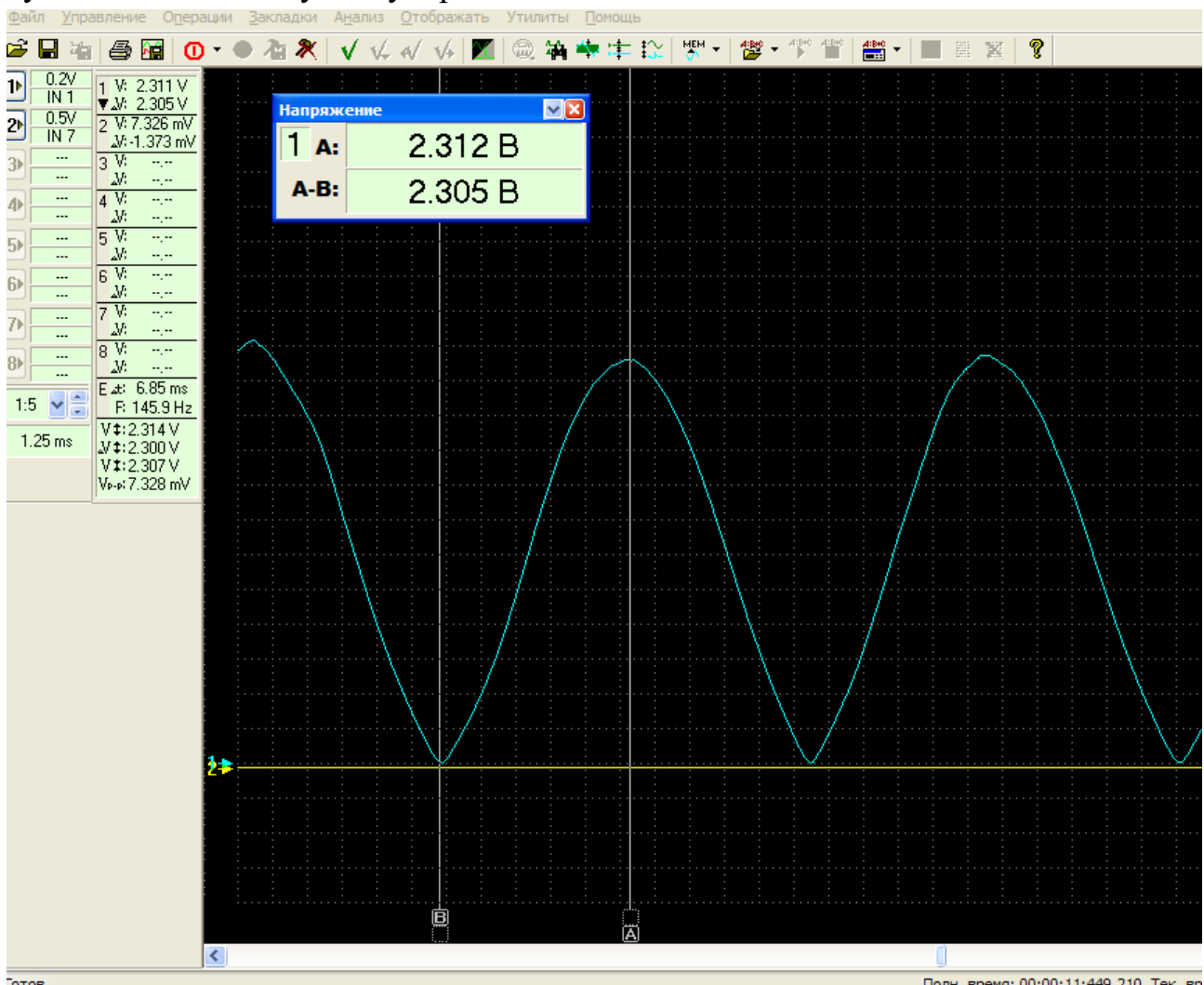


Видно, что положительная составляющая напряжения осталась на месте, а отрицательная, как-бы «срезана» полупроводниковым диодом. Поскольку, из полного колебания (периода) переменного напряжения осталась только половина, то такой выпрямитель так и называется однополупериодным. Однако, такое напряжение только с очень большой натяжкой можно назвать постоянным (наверное точнее, импульсным), так как оно все время меняется от нуля, до 2,14 Вольт и имеются продолжительные провалы напряжения до нуля Вольт.

Но, если вместо одного диода взять четыре, включенных по мостовой схеме,



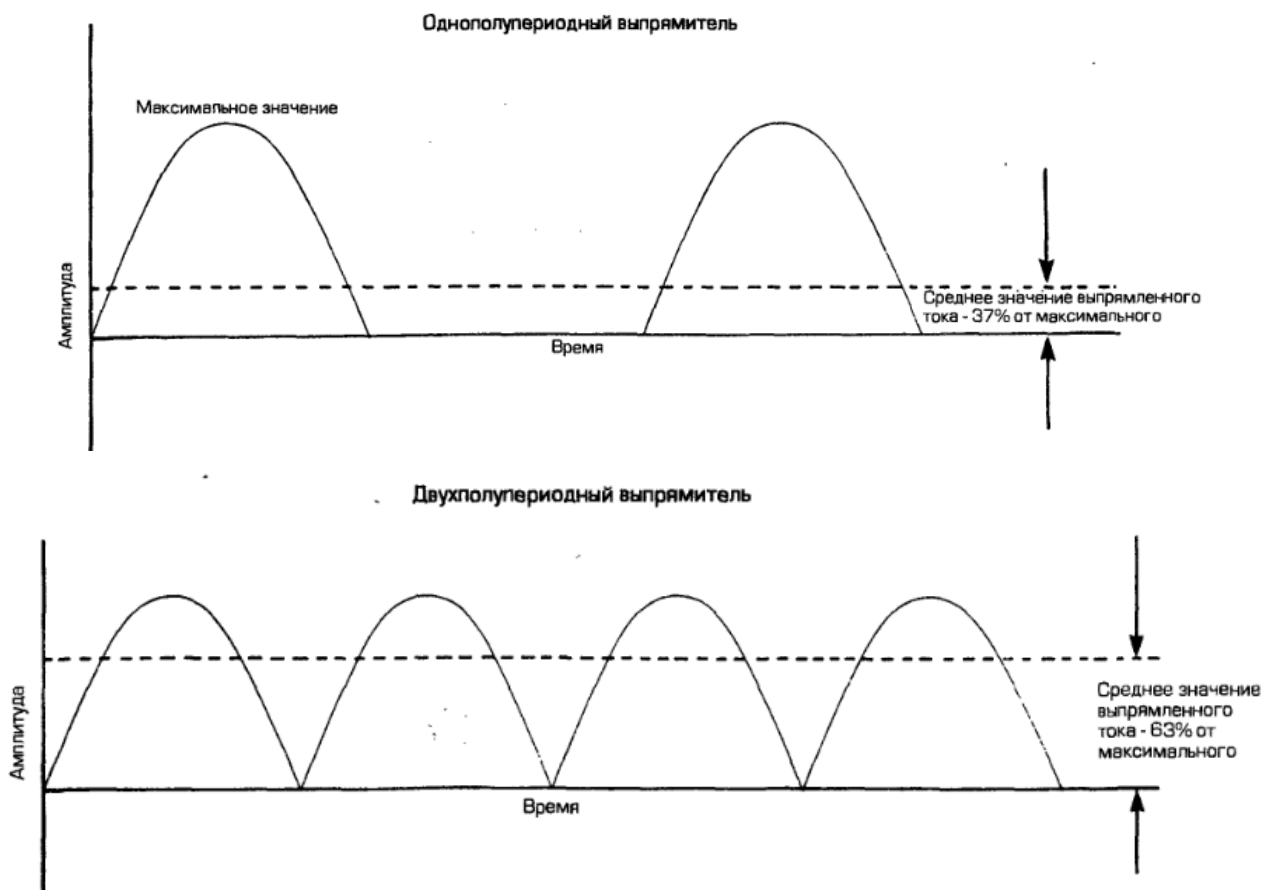
то выпрямляться будут уже обе полу-волны синусоиды, а такой выпрямитель будет называться двухполупериодным.



Сразу видно, что такое напряжение стало намного ближе к постоянному. Если на выходе однополупериодного выпрямителя были длительные «прывалы» напряжения до нуля Вольт, то здесь они минимальны.

Теперь поговорим о средне эффективном напряжении. Если, к примеру, зарабатывать по 100 долларов в день, но работать через день, то можно сказать что средний заработок равен 50 долларов в день. Так и здесь. Поскольку величина напряжения меняется от 2,3 Вольта до нуля (причем нелинейно), то какая же будет средне эффективная величина напряжения?

Вот, два графика – однополупериодного, и двухполупериодного выпрямителей.



Приведенные здесь и дальше графики взяты из книги А. Трантер "Руководство по электрооборудованию автомобилей". На этих графиках видно, что среднее значение выпрямленного тока (и напряжения) равно 37 % для однополупериодного и 64% для двухполупериодного выпрямителя.

Напомню, что автомобильные генераторы трехфазные. Это означает, что обмотка статора генератора состоит из трех обмоток, которые выдают напряжение со сдвигом 120° относительно друг друга. То есть, фактически получается, что провалы напряжения двухполупериодного однофазного генератора, в трехфазном будут заполнены пиками напряжения второй и третьей фазы.

рис. 3.11. Трехфазный выпрямитель. Показан момент, когда на фазе R напряжение максимально

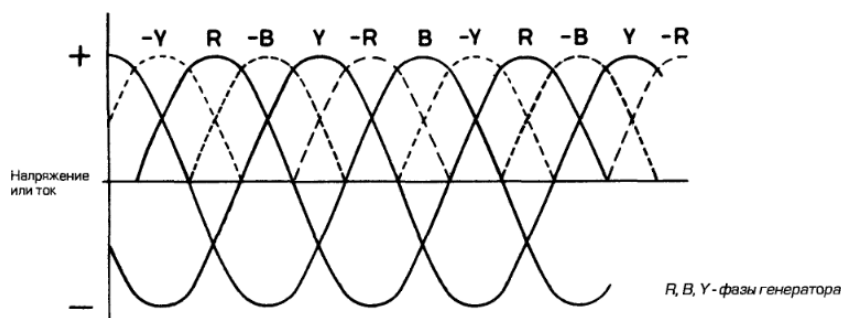
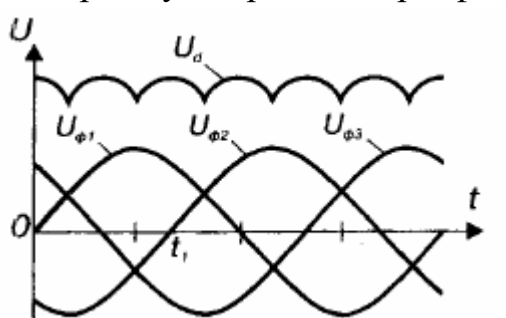


Рис. 3.12. Напряжение или ток на выходе трехфазного выпрямителя

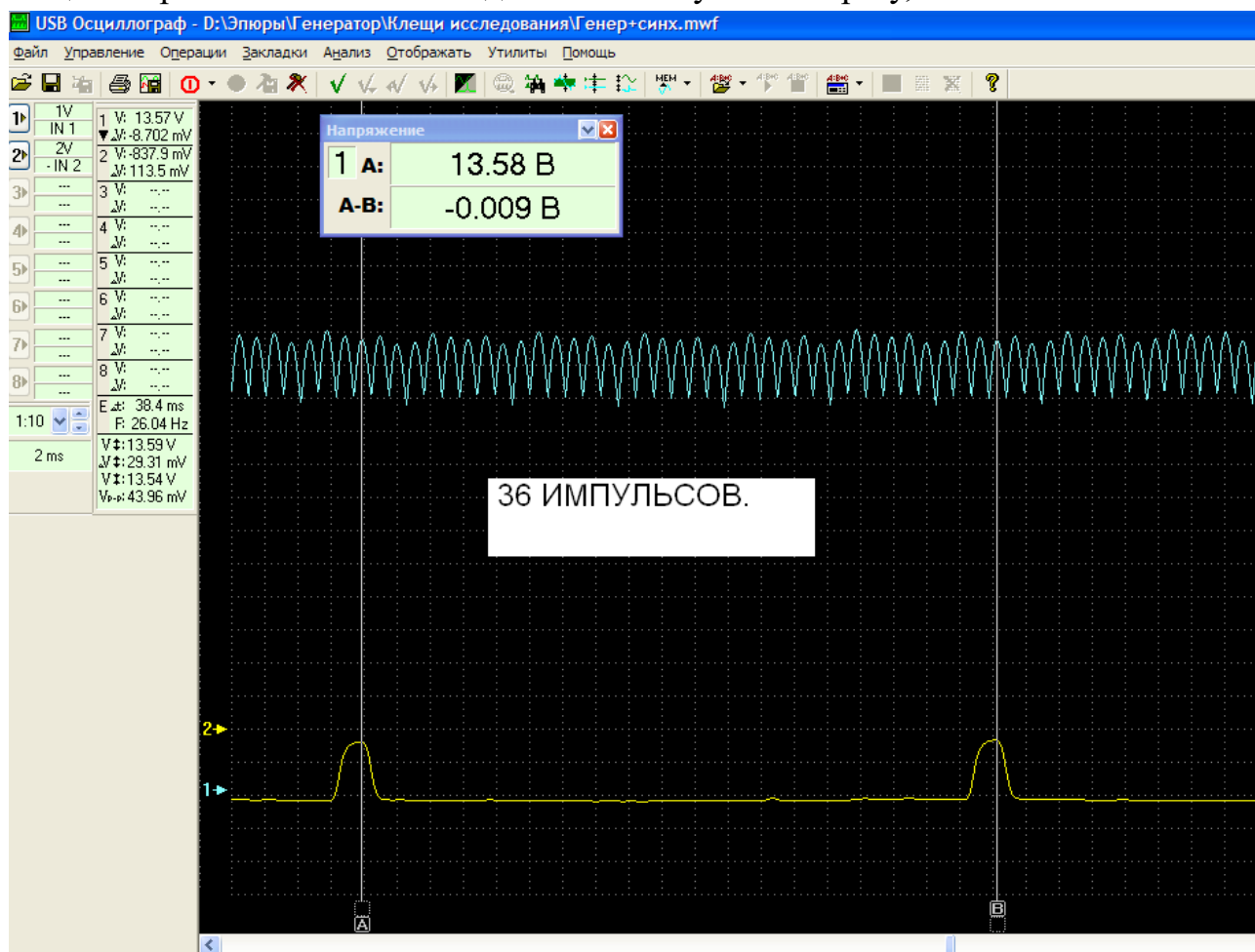
Если, силой своего воображения, отрицательные полупериоды «перенести» в положительные, то есть мысленно, как-бы выпрямить переменный ток (на графике показано пунктиром), то вершины этого графика и будут представлять собой осциллограмму исправного трехфазного генератора.



Хочу ещё уточнить, что после выпрямления отрицательных полупериодов их пики напряжения заполнят провалы между положительными полупериодами и будут теперь на 0° , 60° , 120° , 180° , 240° (и так далее), то есть заполнят провалы в 120° смещении фаз. Поэтому, если вспомнить схему шести фазного генератора Lexus, то станет понятно, почему смещение фаз на нем именно 30° ; и почему при смещении в 60° , уменьшения пульсаций не произойдет.

После просмотра этого рисунка я, из чистого любопытства, задался вопросом: а сколько выпрямленных полупериодов получается за один оборот ротора генератора? Сколько их будет при условии, что на одной чашке ротора 6 клювов (всего $6 * 2$ чашки = 12 клювов), а на магнитопроводе обмотки 36 маленьких выступов-сердечников, и каждая фазная катушка намотана так, что внутри у неё три выступа-сердечника? То есть следующая катушка использует два сердечника первой катушки и один следующий и так далее — каждая следующая катушка использует сердечники предыдущей... Получается как-бы намотка с перекрытием, напоминающая перекрытие полупериодов на осциллограмме генератора.

При решении этой задачи у меня возникли две мысли – использовать датчик положения коленвала (ДПКВ), предварительно закрепив на шкиве гайку, и вторая – оптический датчик, наклеив на шкив полоску белой изоленты. Осциллограмма с оптическим датчиком получилась сразу,



а от варианта с ДПКВ я отказался после того, как гайка, приклеенная к шкиву генератора пластилином, как пуля отлетела в стену гаража сразу после запуска мотора стенда... Оказалось, что за один оборот ротора генератора получается 36 выпрямленных полупериодов...

Теперь давайте поговорим о том, что изменится в осциллограмме при неисправностях диодов или обмотки статора. Эти процессы будут нагляднее и понятнее на генераторе, обмотки которого соединены треугольником.

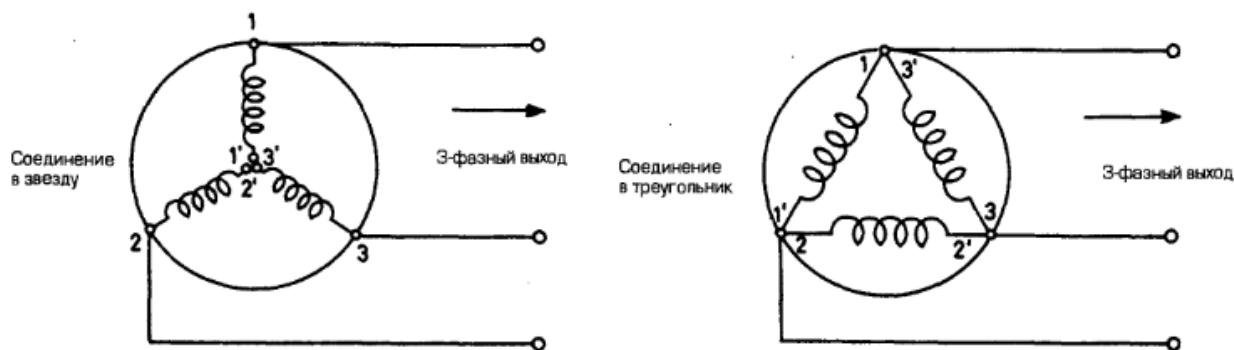
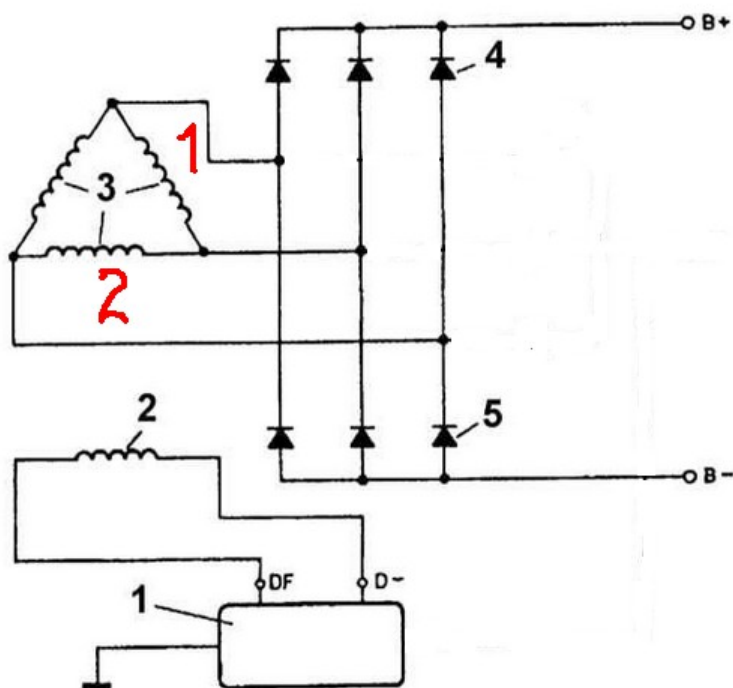


Рис. 3.6. Соединение катушек в звезду и треугольник

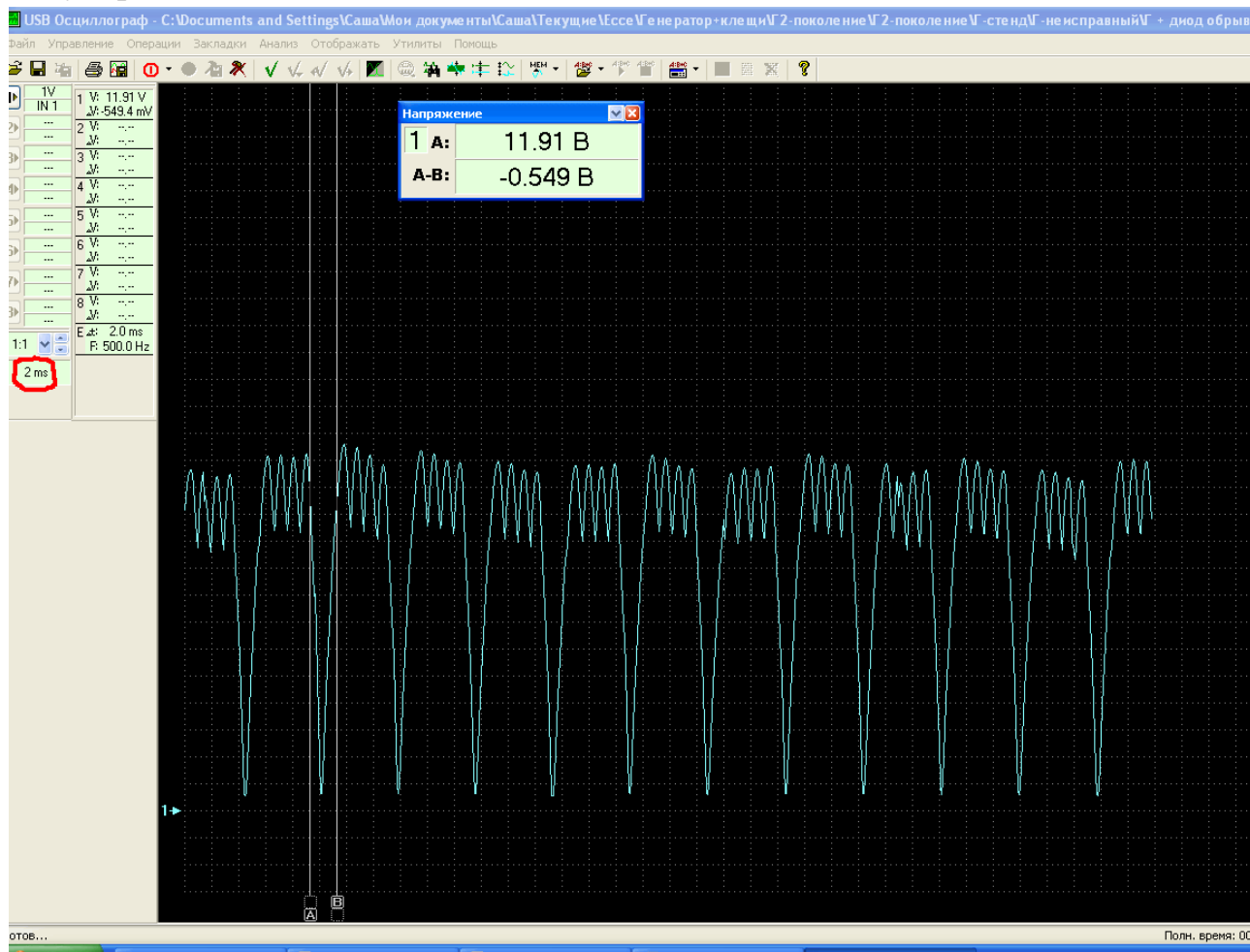
Давайте, сначала, посмотрим, как работают диоды в генераторе. В обычном трехфазном генераторе (без применения диодов подключенных к средней точке) будет шесть силовых диодов. Выше уже говорилось, что в двухполупериодном выпрямителе применяется 4 диода, включенных по мостовой схеме. Казалось бы, что если фаз стало три, то 4 диода умножим на 3 фазы – получим 12 диодов. А, по факту, их почему то, только шесть. Этому есть простое объяснение. Диоды в автомобильном генераторе, включены по схеме Ларионова, в которой один и тот же диод «обслуживает» также и соседние фазы. Давайте рассмотрим это немного подробнее. Хочу напомнить, что для протекания электрического тока, электрическая цепь должна быть замкнута (как-бы, воображаемый выключатель должен быть включен). Если же имеется обрыв диода, или фазного вывода обмотки, то на этом участке цепи, ток протекать не будет (то есть, воображаемый выключатель в это время как-бы будет выключен).

Итак, к одному концу обмотки "1" статора, подключены 2 диода, и к противоположному концу этой же обмотки тоже 2 диода.



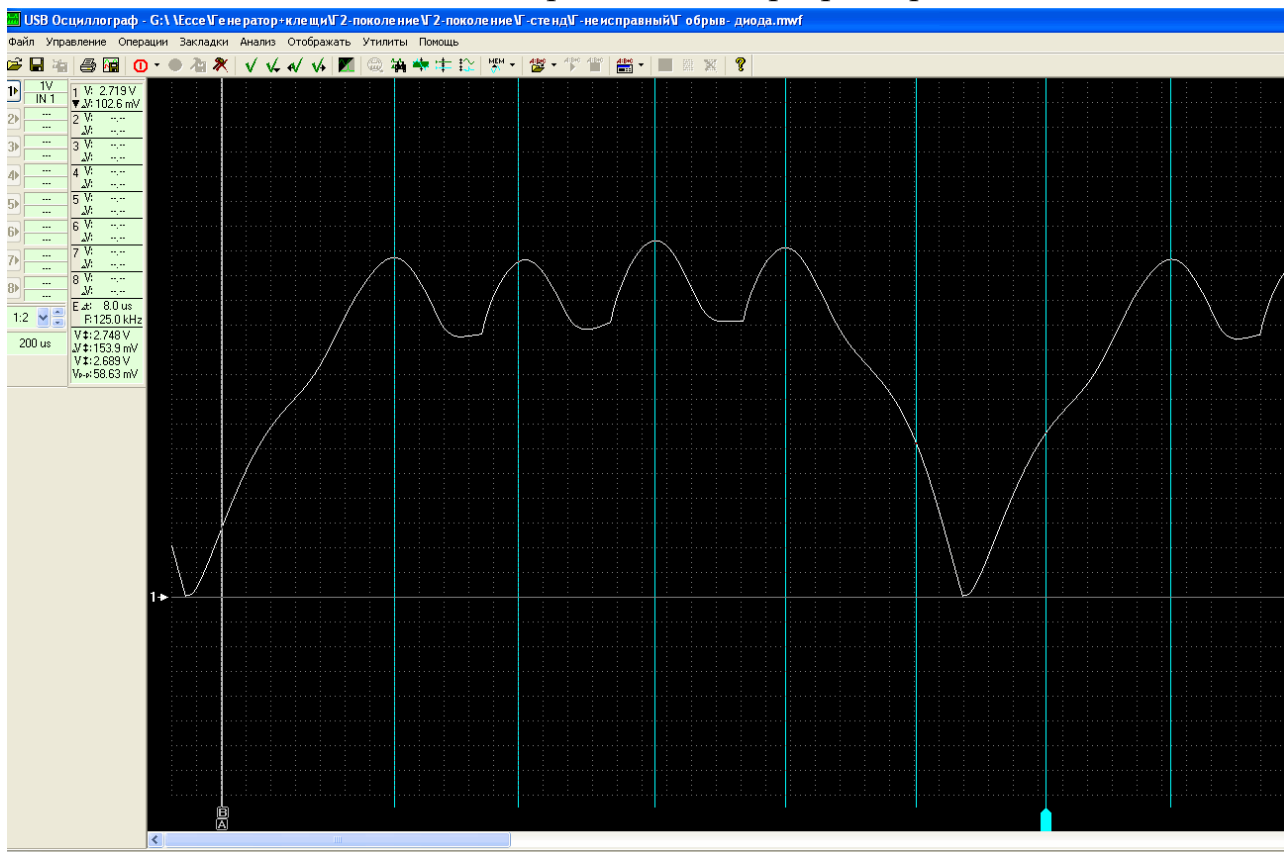
Эти 4 диода, фактически, являются диодным мостом. То есть, каждая отдельно взятая обмотка, подключена к диодному мосту из 4-х диодов, выпрямляющему каждый положительный и отрицательный полупериод.

При обрыве, например, одного из диодов, цепь размыкается и выпрямляться будет уже только один полупериод. То есть, на осциллограмме мы должны увидеть отсутствие одного полупериода. Но, обмотка "2" одним своим выводом подключена к тем же двум диодам что и обмотка "1", то есть, все диоды работают как-бы «на два фронта». Поэтому, при обрыве всего-лишь одного полупроводникового диода, на выходе генератора пропадет сразу два полупериода, что мы и наблюдали.

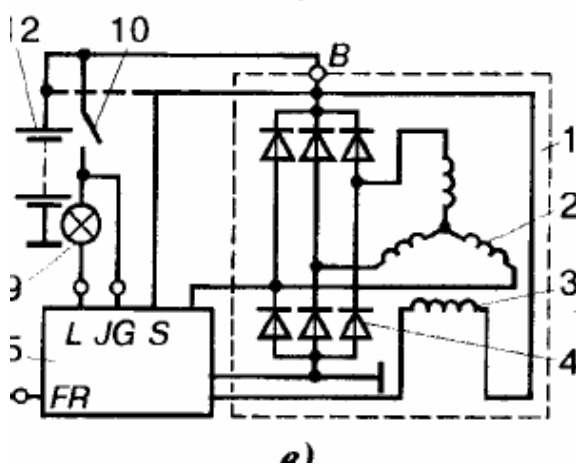


Хочу напомнить, что почти все, снятые на стенде осциллограммы генератора снимались в одинаковых условиях, на похожих типах генераторов и при одинаковых оборотах. Поэтому, время каждого полупериода в верхней части примерно одинаково и составляет около 1 мс. Это позволяет измерив длительность провала определить сколько импульсов «пропущено». И если на рисунке выше даже и «на глаз» видно что пропущено два полупериода, то на других осциллограммах, имеющих очень причудливую форму, измерение длительности «провала» может дать дополнительную информацию.

Для большей наглядности можно расставить маркеры через 1 мс.



При соединении обмоток статора «звездой», путь протекания тока усложняется. При таком соединении второй конец обмотки соединяется уже не непосредственно с диодами, как было при соединении в «треугольник», а с выводами других обмоток (в так называемую «среднюю точку»).



Таким образом, чтобы «добраться» до диодов ток должен пройти ещё через одну обмотку, в которой, в определённое время также индуцируется напряжение. Поэтому, напряжение приложенное к диодам будет равно разности напряжений двух фаз, поскольку фазы соединены концами в нулевую точку. В каждый момент времени всегда будет работать только два диода, а именно те, к которым подводится наибольшее напряжение. Поэтому, при разнообразных неисправностях, осциллограмма может принимать довольно причудливый вид, так как на неё воздействует много разных факторов.

Давайте, ещё раз обратимся к осциллограмме выпрямленного напряжения трехфазного генератора. Можно заметить, что вершины переменного и выпрямленного напряжений смещены во времени. Так получается потому, что напряжение, приложенное к диодам, будет равно разности напряжений двух фаз, поскольку фазы соединены концами в нулевую точку.

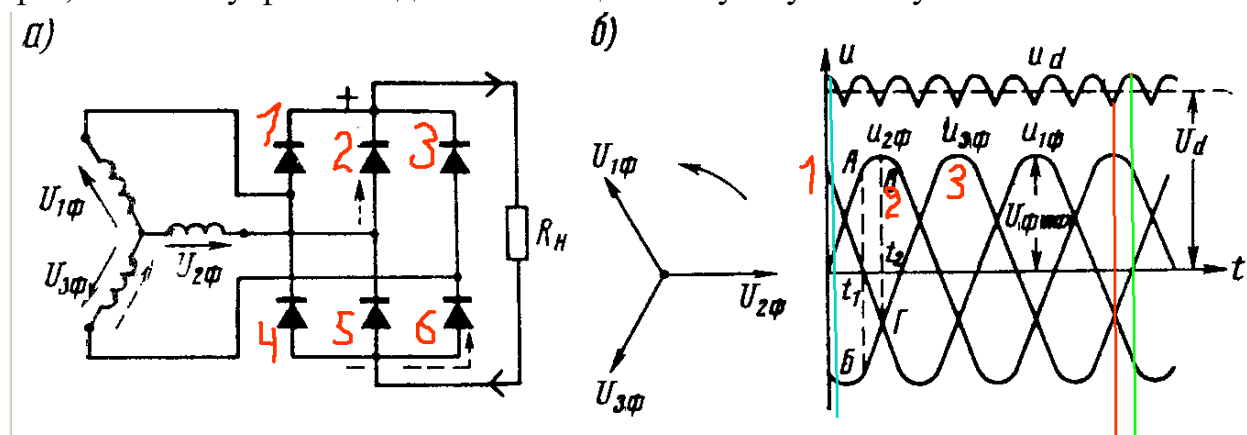


Рис. 8. Схема выпрямления переменного тока автомобильного генератора: а — соединение трехфазной обмотки генератора с вентилями по трехфазной двухполупериодной схеме (схеме А. Н. Ларионова); б — векторная диаграмма (слева) и кривые изменения мгновенных значений фазных напряжений по времени, а также кривая выпрямленного напряжения (справа), (векторы напряжений обозначены заглавными, а мгновенные значения строчными буквами); R_n — сопротивление нагрузки

Этот рисунок взят из книги Василевского, Купеева "Автомобильные генераторы". Мы видим, что при максимальной амплитуде переменного напряжения, выпрямленное напряжение, наоборот, будет минимальным (красная линия). А максимальная амплитуда выпрямленного напряжения будет в тот момент времени, когда переменное напряжение одной из фаз будет нулевым. Также можно определить, какие именно диоды работают в определенный момент времени. Возьмем, например, самое начало графика (голубая линия). В положительном полупериоде максимальное напряжение выдает обмотка 1. Поэтому, ток потечет по такой цепи: обмотка 1 — диод 1 - R нагрузки... Теперь, поскольку цепь замкнута, то ток должен вернуться обратно. Максимальное отрицательное напряжение, в данный момент времени, выдает обмотка 3. Поэтому, дальше ток пойдет по такой цепи: диод 6 — обмотка 3 — нулевая точка генератора.

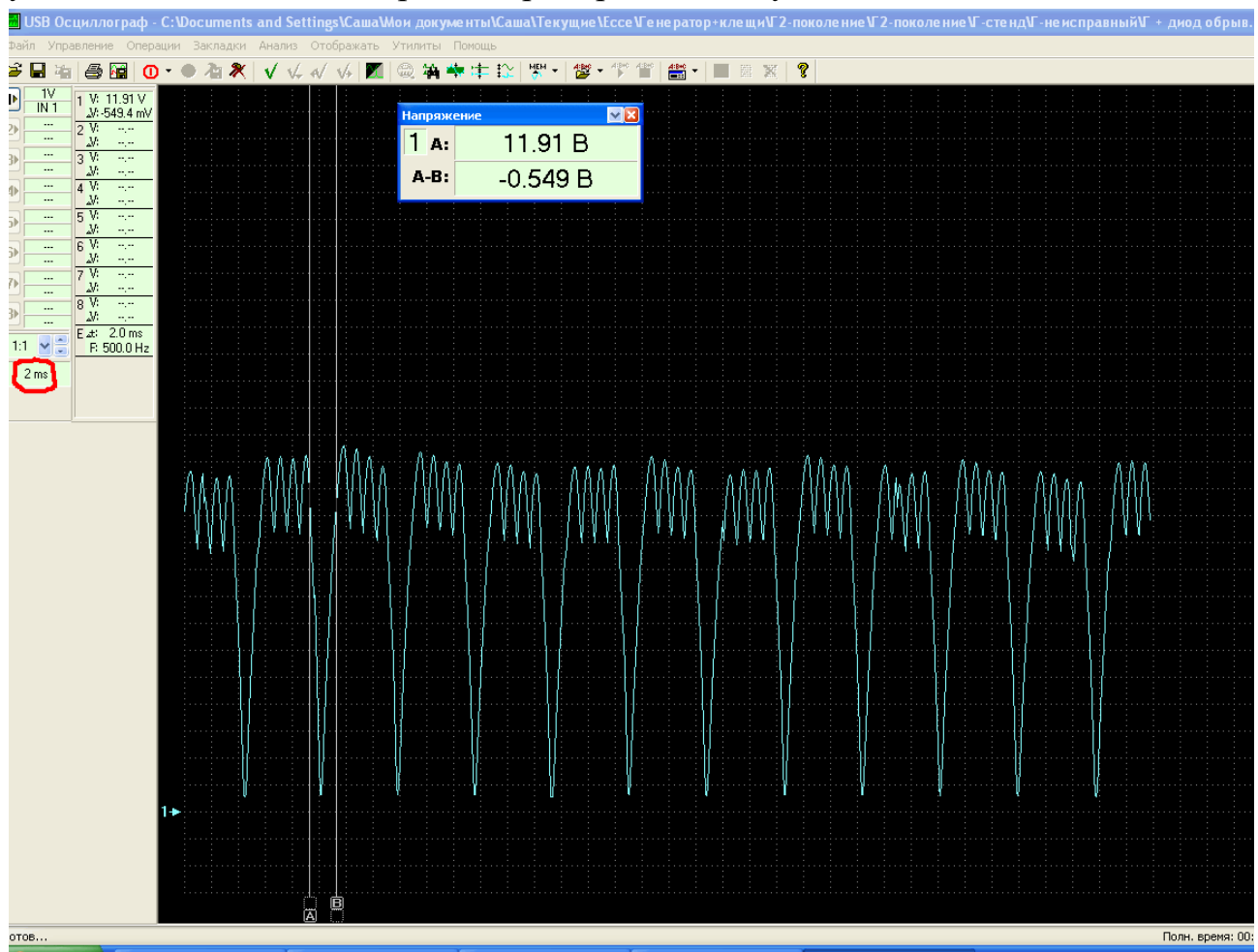
Подобным образом можно рассмотреть, в какой момент времени какие диоды будут работать.

Попытаюсь систематизировать неисправности генератора, разделив их на группы.

Неисправности диодов

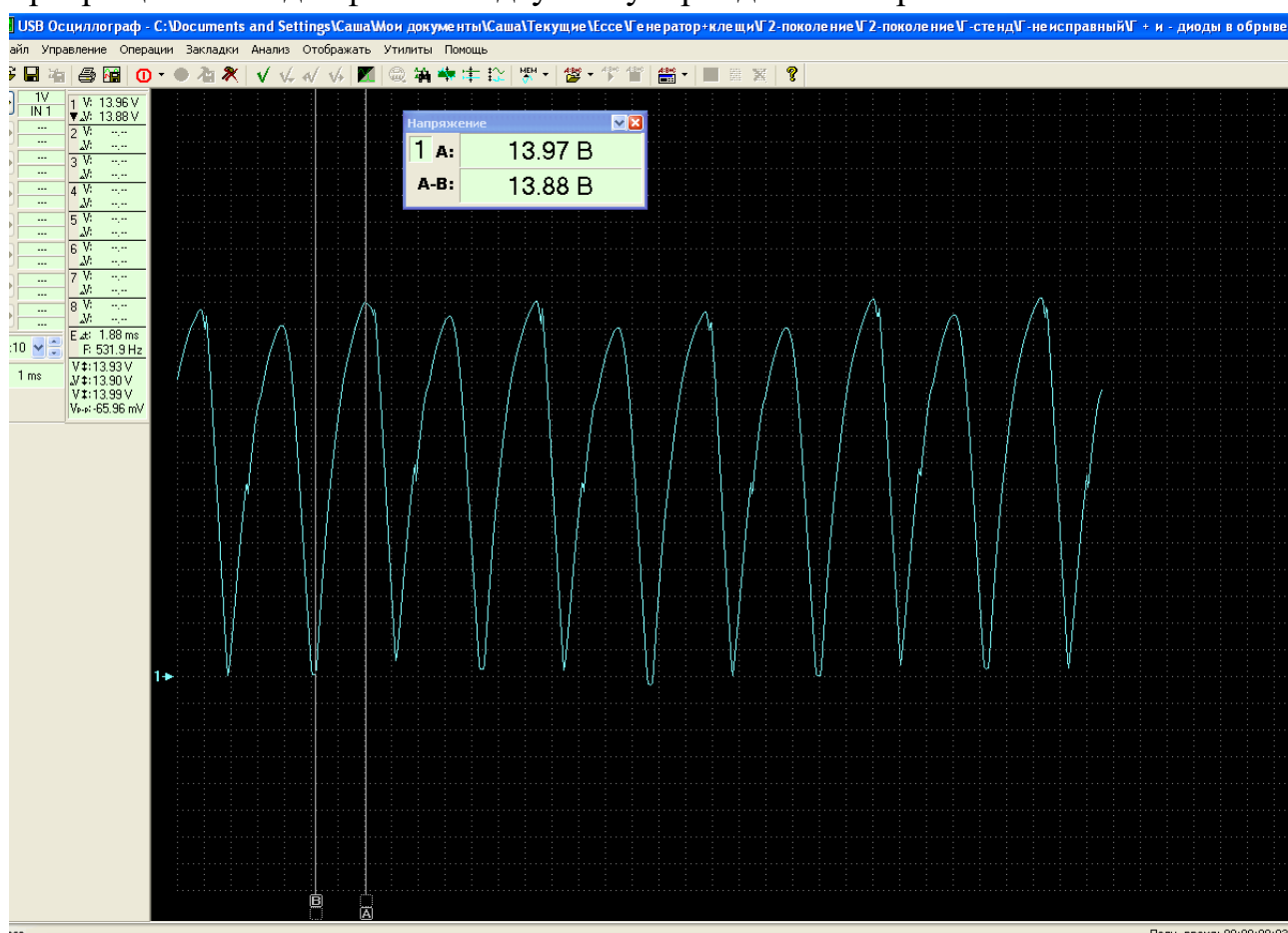
Неисправности диодов, в свою очередь, разделим на обрыв и короткое замыкание. Обрыв может быть в одном, или даже нескольких диодах одновременно; одинаковой полярности, или разной. Приведу несколько практических осциллограмм с диодами в обрыве.

При обрыве одного диода (плюсового или минусового) происходит обрыв участка цепи, и осциллограмма приобретает следующий вид.



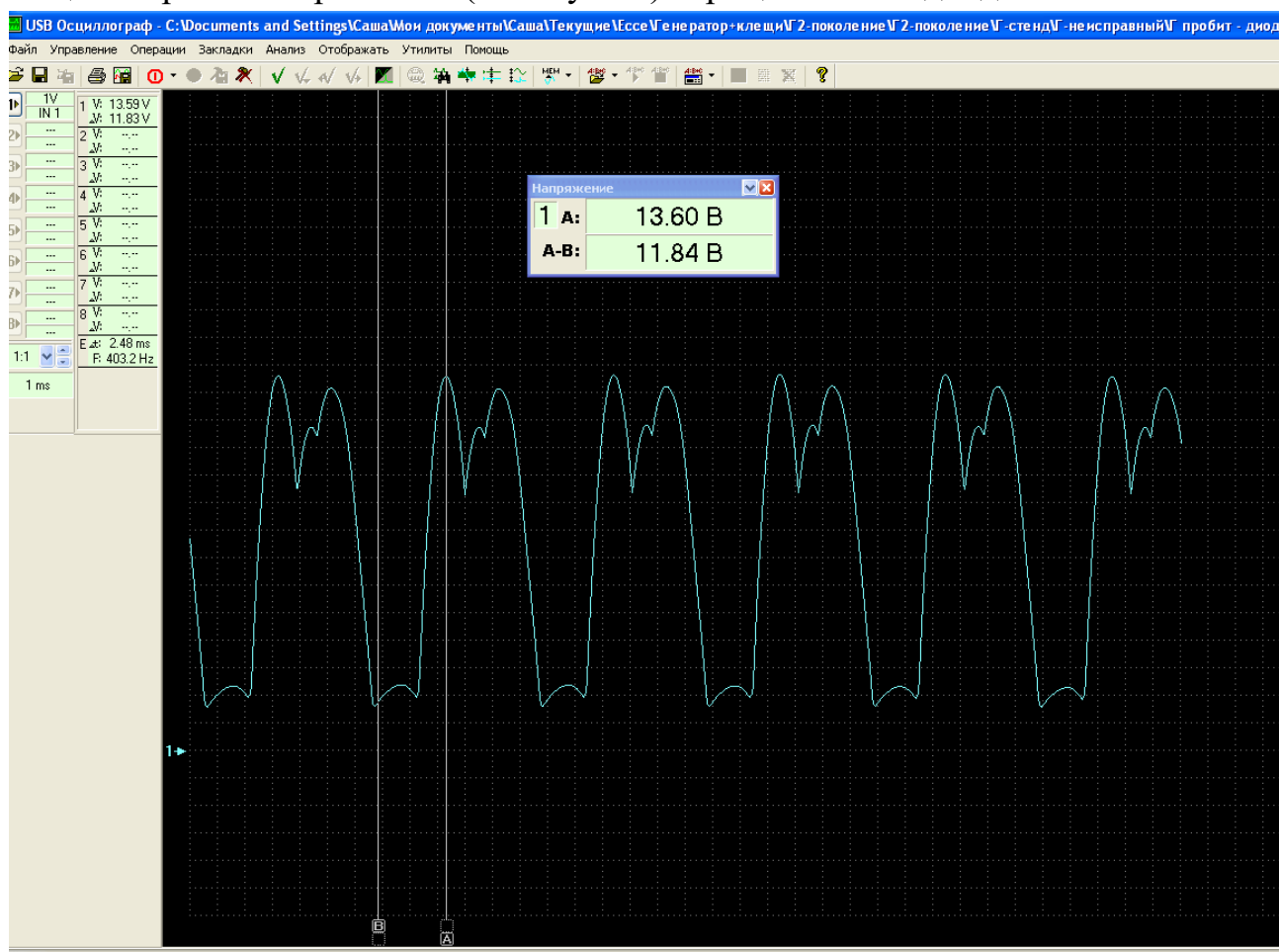
По ней видно, что отсутствует два полупериода выпрямленного тока.

При обрыве двух диодов одной фазы, генератор из трехфазного превращается в однофазный с двухполупериодным выпрямителем.



Эта осциллограмма аналогична осциллограмме "Обрыв фазы" обмотки статора. Если маркерами измерить время между соседними пиками, то оно будет равным 3 мс, то есть на первой и второй мс пик напряжения отсутствует. А выходное напряжение генератора «проваливается» до нуля, без наложения (перекрывания) фаз друг на друга. Что и подтверждает «однофазность» генератора.

И, несколько осциллограмм с короткозамкнутыми диодами.
Осциллограмма с пробитым (замкнутым) отрицательным диодом.



Поскольку диод, фактически, закорачивает на массу также и вывод фазы обмотки статора, то эта осциллограмма, при определенном раскладе, будет аналогичной осциллограмме "Замкнута обмотка". На этой осциллограмме из шести полупериодов остались рабочими только два (хотя, маленький пик, который виден между двумя большими, можно трактовать, как неполную работу третьей фазы, но только где-то на 50%). Один раз присутствует наложение фаз друг на друга, а напряжение падает от 13 Вольт почти до нуля.

Таким образом, при одном короткозамкнутом диоде, будет пропуск трех подряд полупериодов, а генератор превращается в двух с половиной фазный однополупериодный.

Давайте чуть подробнее рассмотрим, почему при пробитом диоде осциллограмма приобрела именно такой вид. Для этого, ещё раз напомним, как работает двухполупериодный выпрямитель. При положительном полупериоде ток проходит через два диода, а при отрицательном через другие два диода.

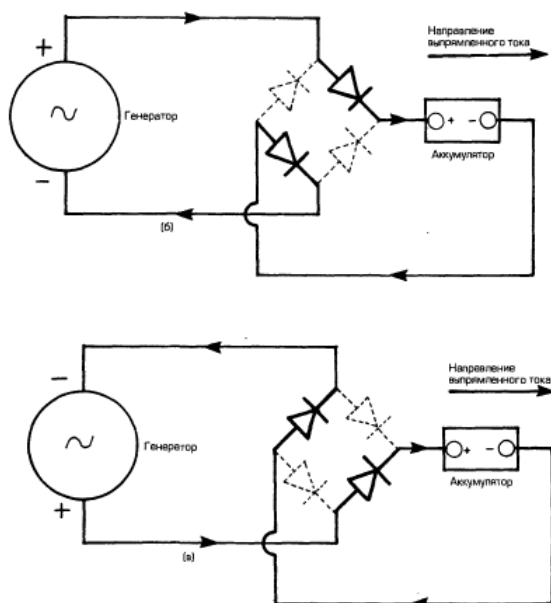
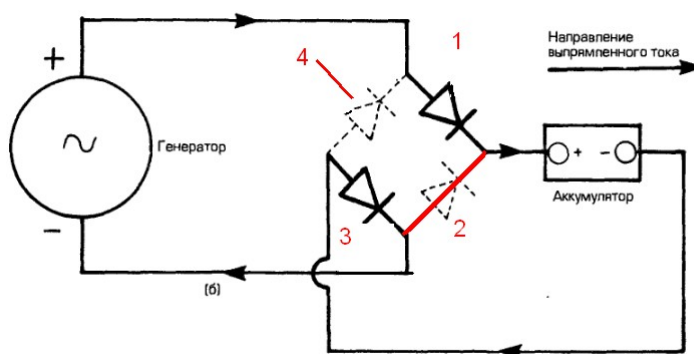


Рис. 3.В. Схеме и работа двухполупериодного выпрямителя

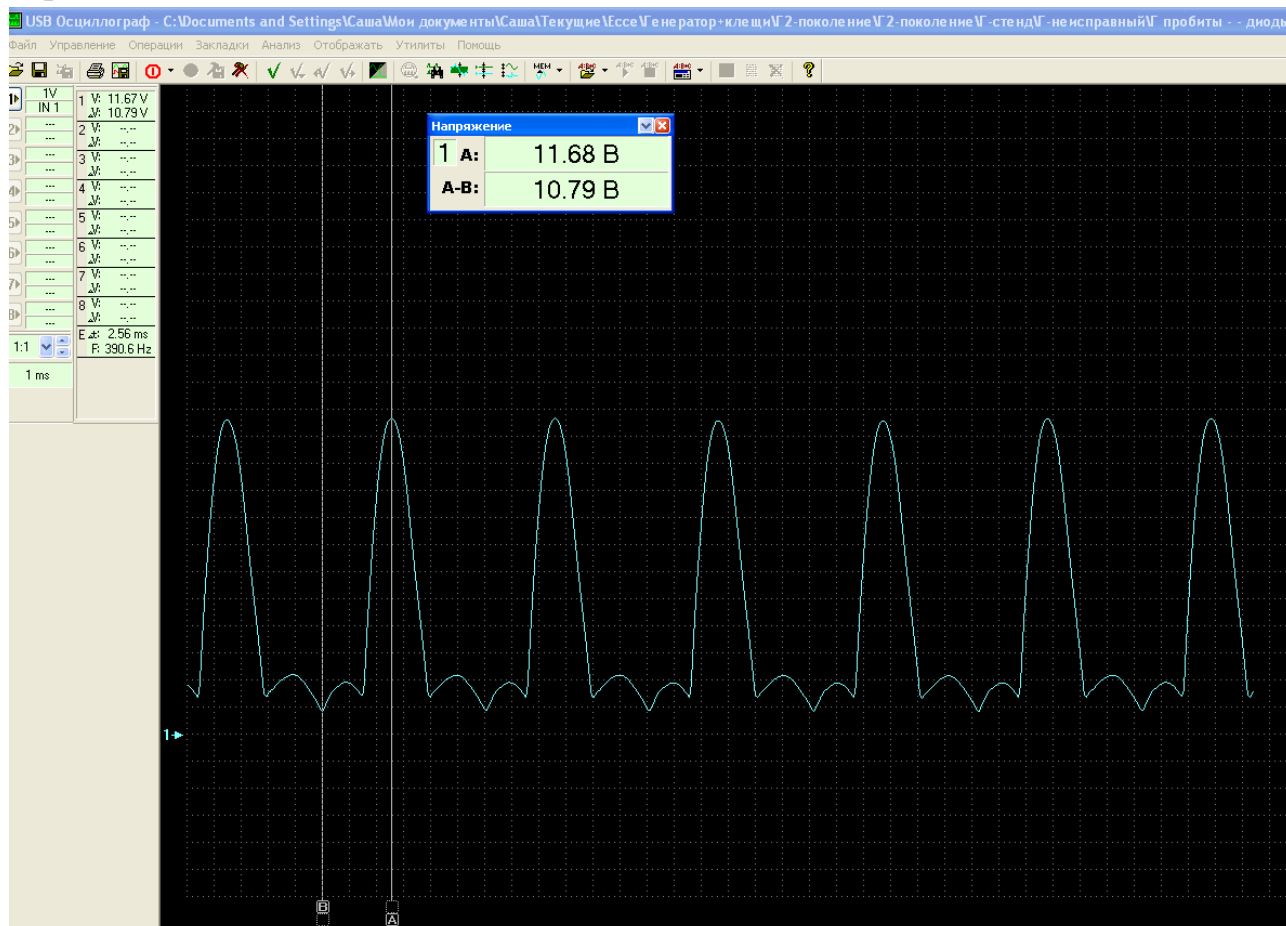
Может возникнуть вопрос: а почему диодов два? Ведь выше, была показана схема однополупериодного выпрямителя, где был только один диод... (тем более, что на электронно дырочном переходе полупроводникового диода ещё и потеряется около 0,7 Вольта). Дело в том, что диод работает не только как выпрямительный, но и как разделительный. Поэтому, при замкнутом диоде (когда диод перестает разделять токи в нужном месте) ток начинает течь совсем по другому пути.



Проследим путь тока положительного полупериода: "+" генератора – диод 1 – короткозамкнутый диод 2 (по красной линии) – "-" генератора. То есть, в положительном полупериоде ток до АКБ почти не доходит, так как, фактически, генератор нагружен только диодом 1. При отрицательном полупериоде, ток будет выпрямляться диодом 4, то есть, фактически генератор станет однополупериодным.

А вот, в трехфазном генераторе, где каждый диод работает «на два фронта», проследить путь тока станет совсем не просто и замыкание одного диода сделает его однополупериодным уже в двух с половиной фазах.

И вот, пример ещё одной интересной неисправности – замкнуты два отрицательных диода.

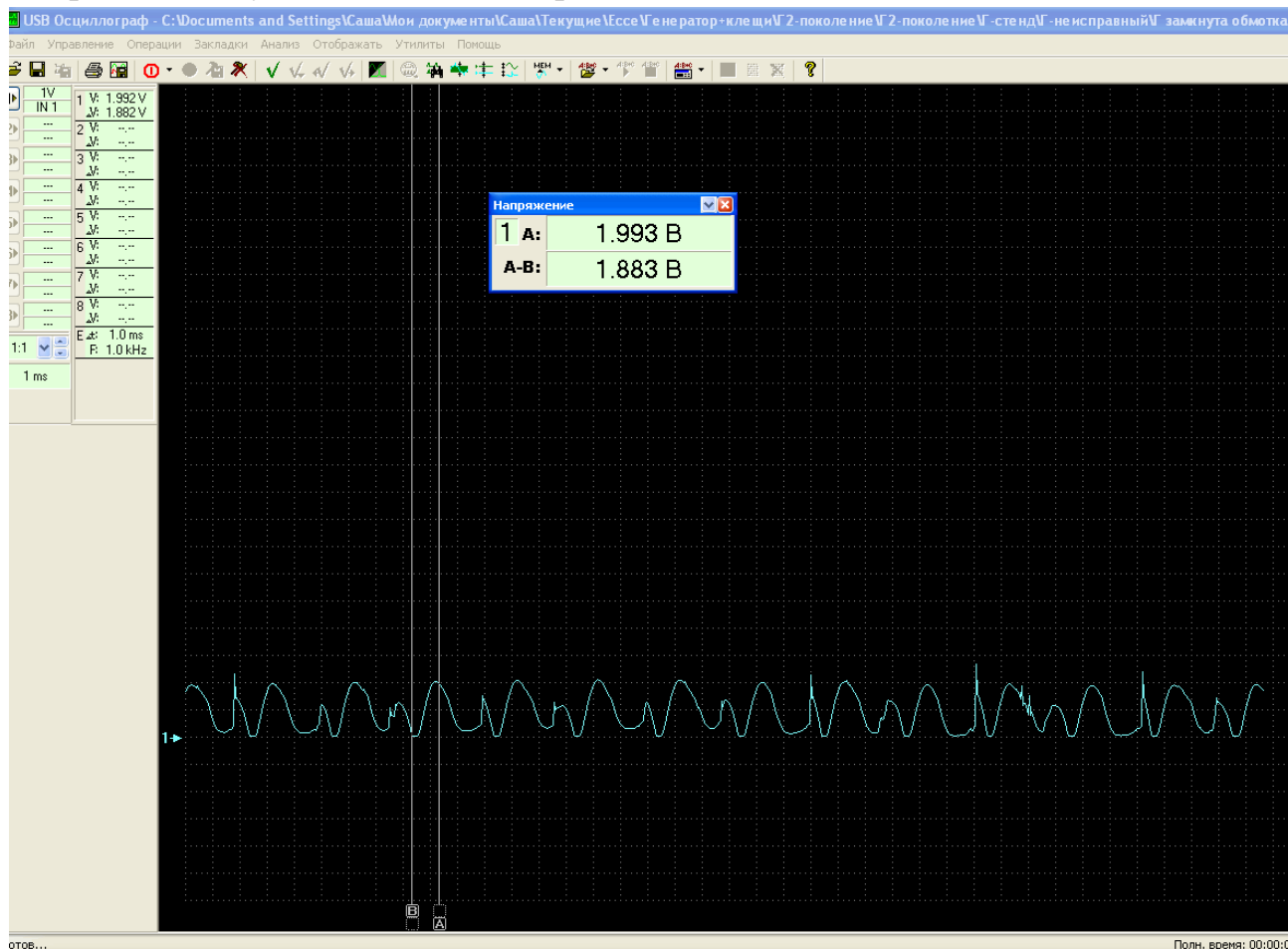


Эта неисправность аналогична осциллограмме "Замкнуты два положительных диода". Генератор стал однофазным и однополупериодным. Получилось, что, как-бы оба фазных вывода двух фаз замкнуты на массу. Поэтому, обмотка "3" работает на свой диод, а её второй конец просто подключен к массе через короткозамкнутые диоды.

Неисправности обмотки

К неисправностям обмотки отношу её обрыв, замыкание на массу и короткозамкнутые витки. Причем, если осциллограммы с обрывом фазы будут аналогичны осциллограмме "Обрыв двух соседних диодов", то видов осциллограммы "Замыкание на массу" и "Короткозамкнутые витки" будет много. И зависеть их вид будет от места замыкания. Очень часто они бывают похожи на осциллограммы выложенные выше.

Поэтому, приведу только пару примеров осциллограмм обмотки с короткозамкнутыми витками. Первый.



При проверке на стенде, этот генератор издавал специфический шум-скрежет.

И второй пример. На форуме Постолюковского в теме про возбуждение генератора мне был задан вопрос: а что произойдет, если среднюю точку соединения обмоток статора замкнуть на массу? И ещё: а разве на средней точке присутствует какой-то потенциал?

Re: Ещё раз о возбуждении генератора.

Mirando » Ср фев 05, 2014 13:19

Саша-Ирпень писал(а):

А вот, при обратной замене, (шестидиодный мост, на восьмидиодный), нужно позаботиться о том, чтобы вывод средней точки не оказался подсоединенным к массе.

Сразу извиняюсь за глупый вопрос, а что произойдет если всё же нейтраль подключить соединить с массой? На средней точке присутствует какой-то потенциал?

Mirando

Сообщения: 11
Зарегистрирован: 06 дек 10, 2011 22:02
Контактная информация:

Re: Ещё раз о возбуждении генератора.

Саша-Ирпень » Чт фев 06, 2014 05:12

Mirando писал(а):

...Сразу извиняюсь за глупый вопрос, а что произойдет если всё же нейтраль подключить соединить с массой? ...

Отвечу коротко - генератор не будет работать. Подробно объяснять не буду, т. к. подробный рассказ о процессах происходящих в неисправном генераторе, (с показом осциллограмм), - это тема моего доклада, который я планирую прочитать на встрече в Харькове. А раньше времени "раскрывать карты" не хочу.

Саша-Ирпень

Сообщения: 927
Зарегистрирован: Чт июл 10, 2008 18:56
Откуда: г. Ирпень, Киевской области
Контактная информация:

Для ответа на первый вопрос, давайте ещё раз обратимся к схеме генератора.

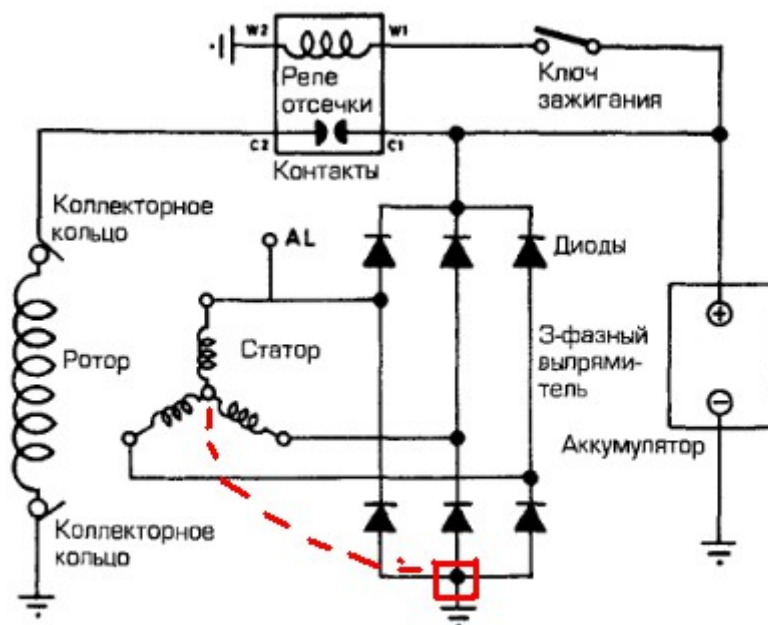


Рис. 3.16. Генератор с возбуждением от аккумулятора

Давайте мысленно возьмемся за точку отмеченную красным цветом и, как-бы, «перетянем» этот фрагмент схемы к средней точке.

Тогда мы увидим, какой вид приобретет схема генератора при замыкании средней точки на массу.

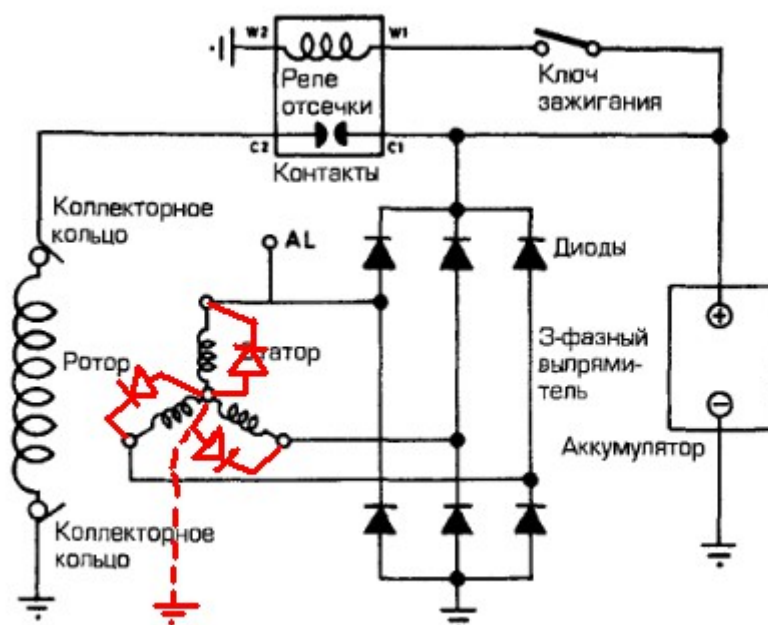
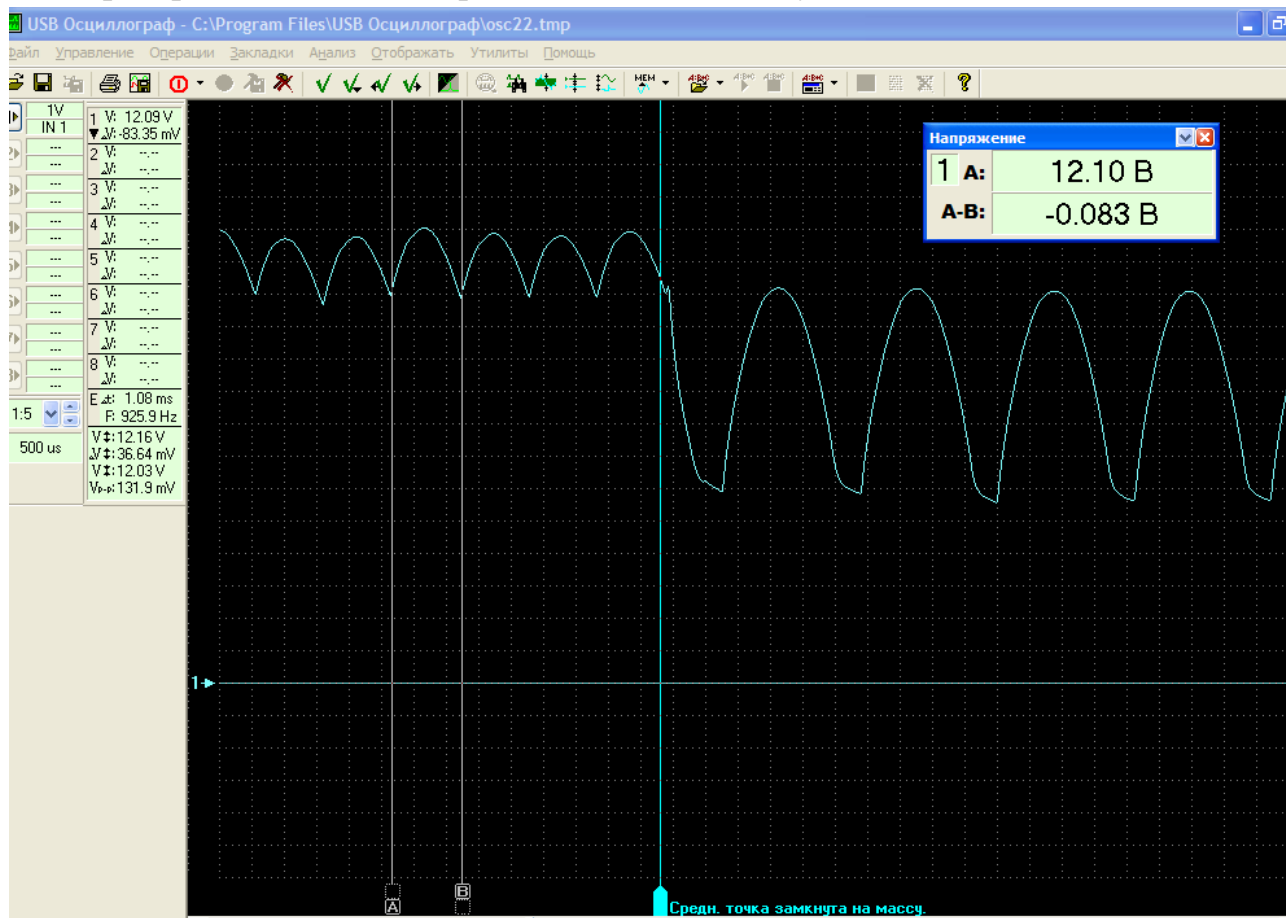


Рис. 3.16. Генератор с возбуждением от аккумулятора

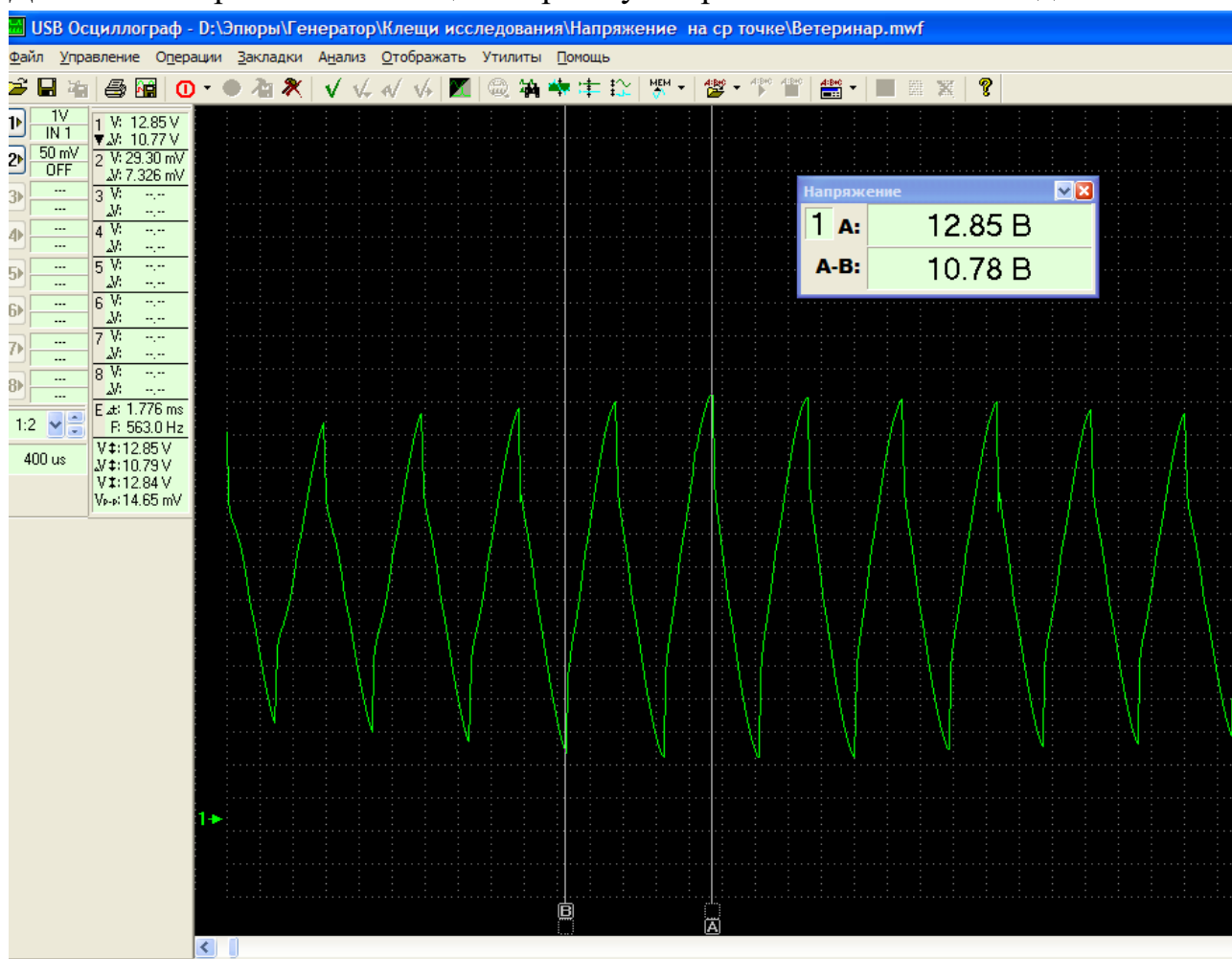
Получается, что каждая обмотка окажется зашунтированной полупроводниковым диодом. Теперь, наверное, уже каждому стало понятно, что выпрямляться будет только один полупериод, а второй будет «закорочен» диодом.

Можно предположить, что генератор останется трехфазным, но станет однополупериодным. Для проверки этого предположения я снял осциллограмму с генератора в момент К.З. средней точки на массу.



На осциллограмме видно, что после замыкания пропадают отрицательные полупериоды, а среднее выходное напряжения генератора резко уменьшается.

По поводу потенциала на средней точке ответить совсем просто. Достаточно просто снять осциллограмму напряжения на этом выводе.



И ещё пару слов о интересной неисправности, которая довольно часто встречается. Это когда форма осциллограммы в норме, а генератор не отдает полной мощности. Причин этому может быть несколько.

Это и потери по питанию из-за плохих контактов, и окисленная крышка, к которой прикручен диодный мост, и ржавый или не затянутый силовой болт "30", и «разъехавшиеся» клювы ротора, и осевое смещение ротора на валу, и даже «левые» щетки с очень большим сопротивлением... Во всех этих случаях форма осциллограммы будет правильной, а отдача генератора пониженной.

Выводы

В исправном трехфазном генераторе на стенде с отключенной АКБ перепад напряжения между вершиной пика и его «провалом» будет около 2-х Вольт, а полупериоды будут перекрывать (накладываться) друг (на) друга.

Поскольку, каждый полупроводниковый диод «обслуживает» две фазы, то при обрыве в одном диоде (или нескольких диодах) из осциллограммы будет «выпадать» два (и больше) полупериода и будет появляться провал до нуля Вольт.

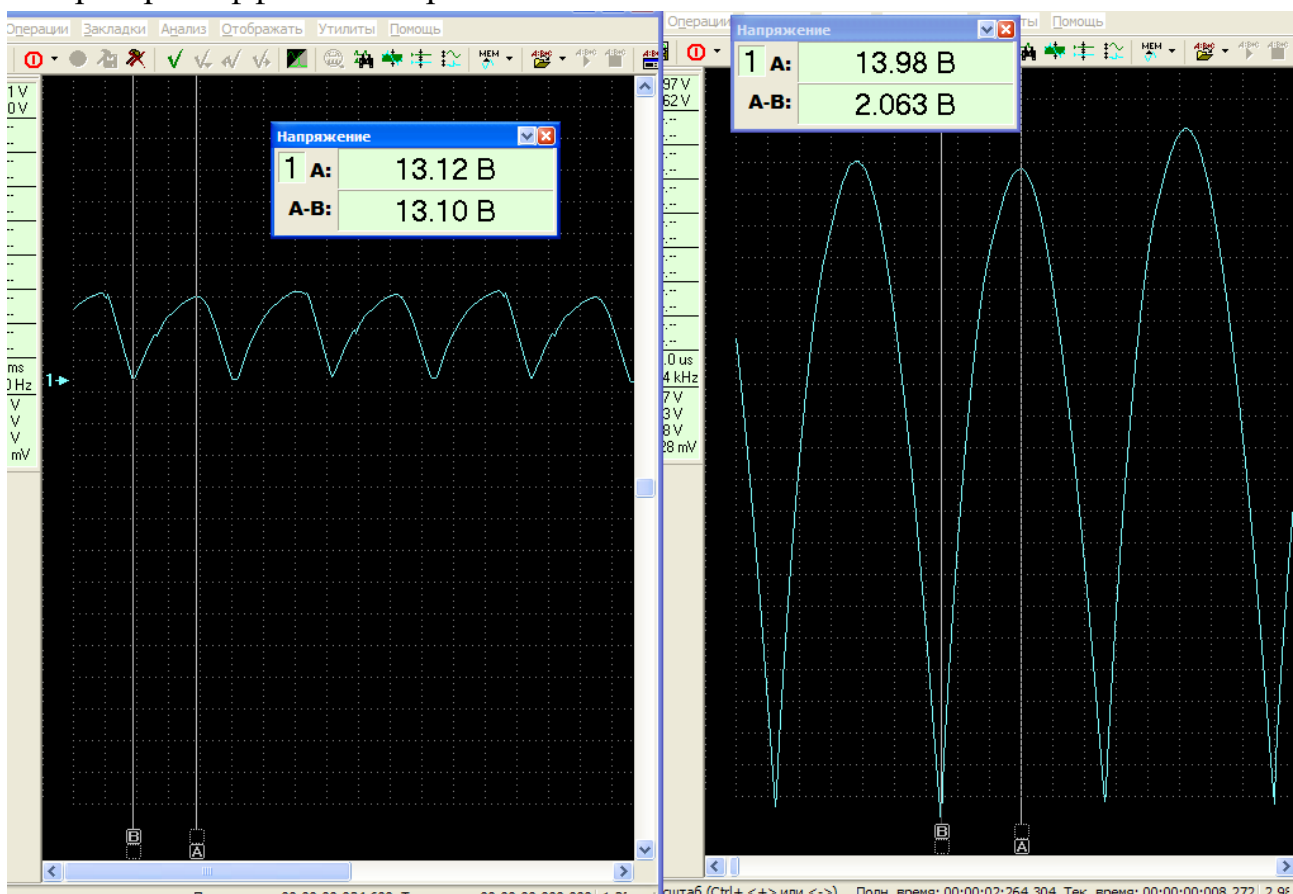
При обрыве двух диодов одной фазы происходит разрыв цепи двух фаз, совсем пропадает перекрытие фаз и выпрямитель становится однофазным, двухполупериодным.

При замыкании диода (или фазового вывода) пропадает перекрытие фаз, а генератор в двух (или даже в двух с половиной) фазах становится однополупериодным.

При замыкании двух одноименных диодов, генератор становится однофазным однополупериодным.

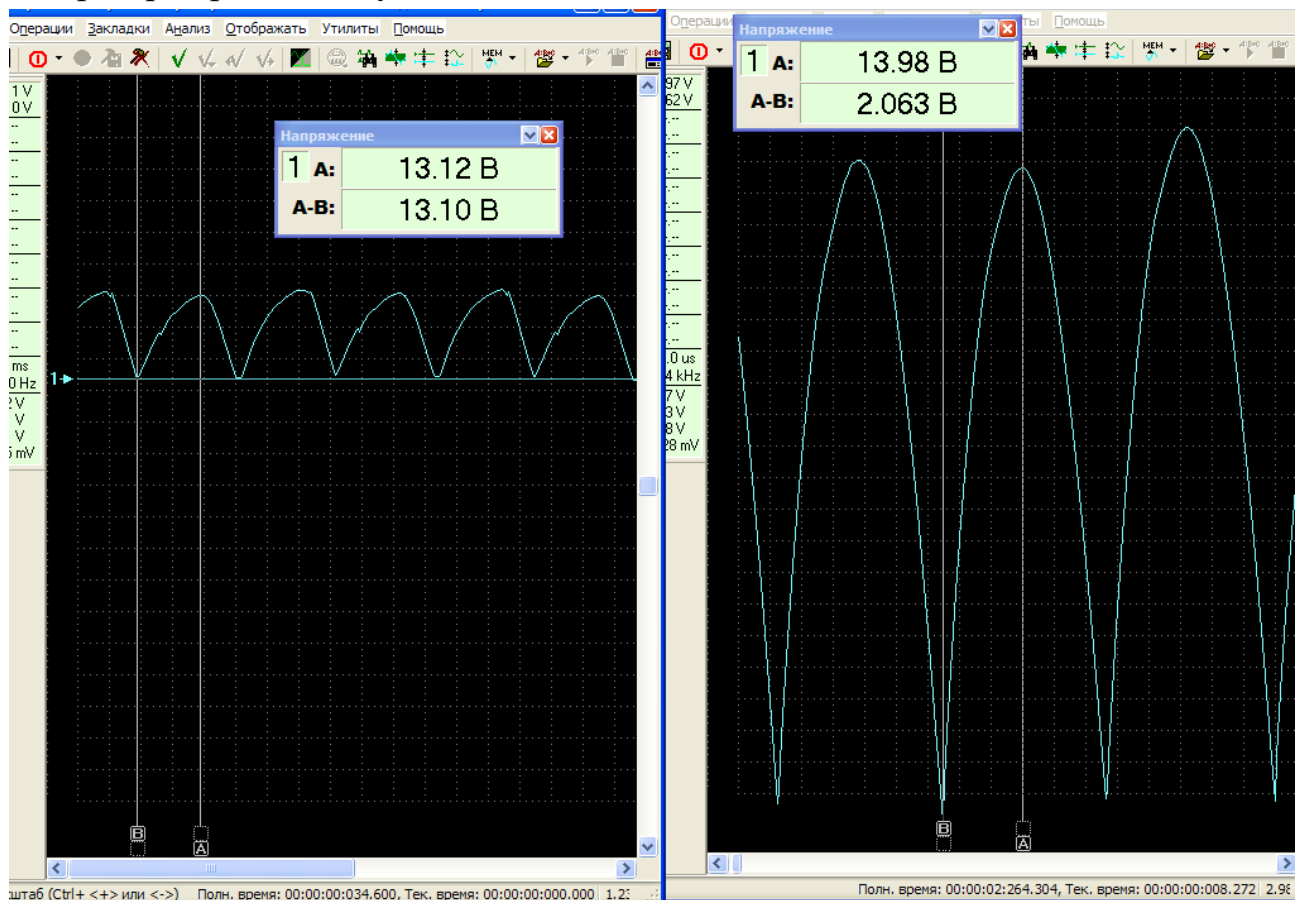
При К.З. обмотки на массу возможно большое количество неисправностей, в зависимости от места К.З.

Ну а теперь, после приобретения глубоких знаний, давайте попробуем применить эти знания на практике. Нужно определить, какой из этих двух генераторов эффективней работает.

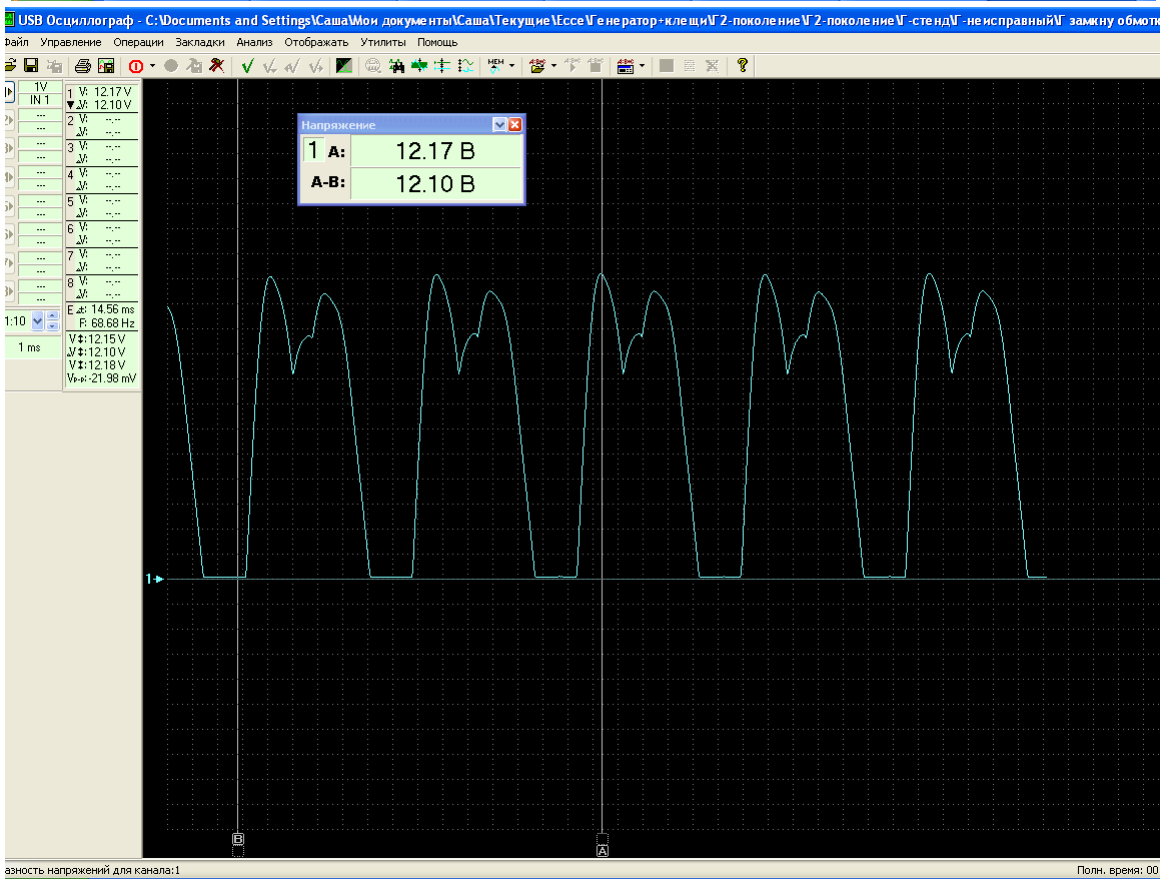
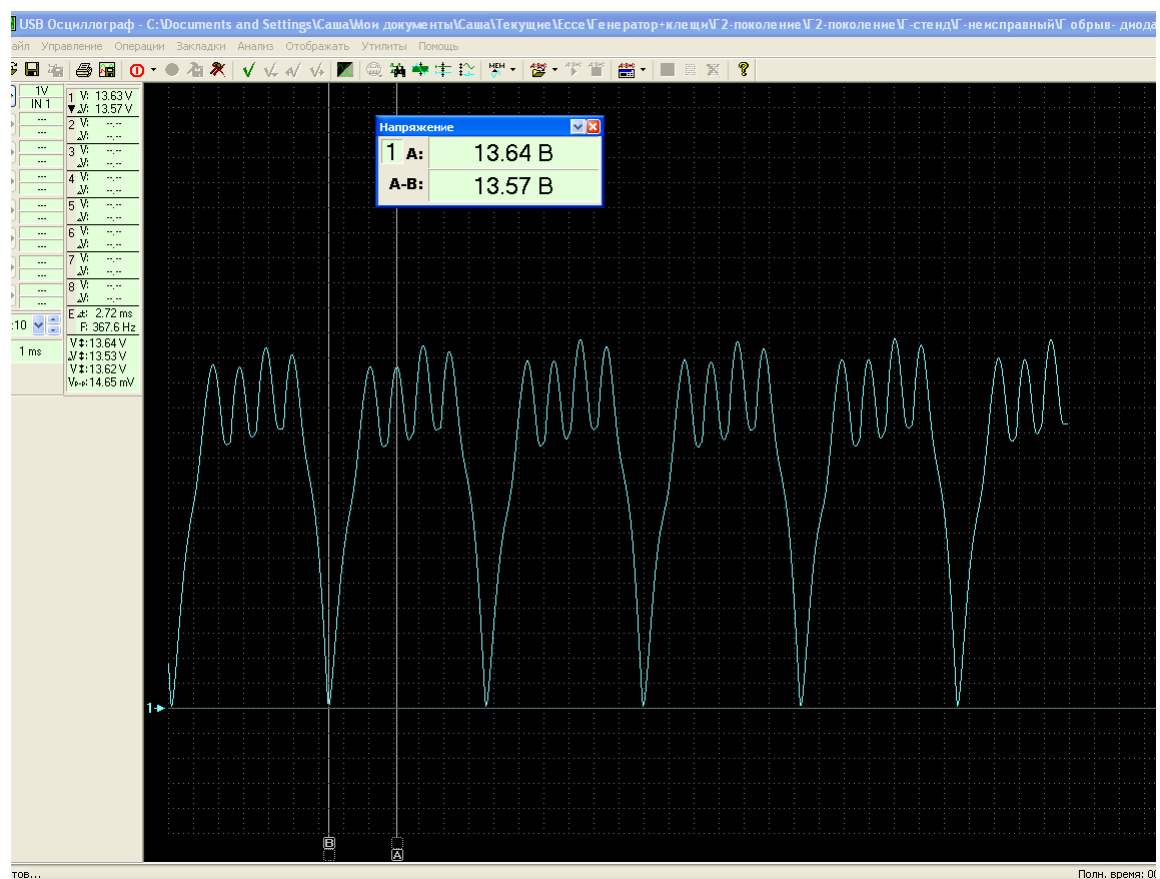


Только не торопитесь, будьте внимательней.

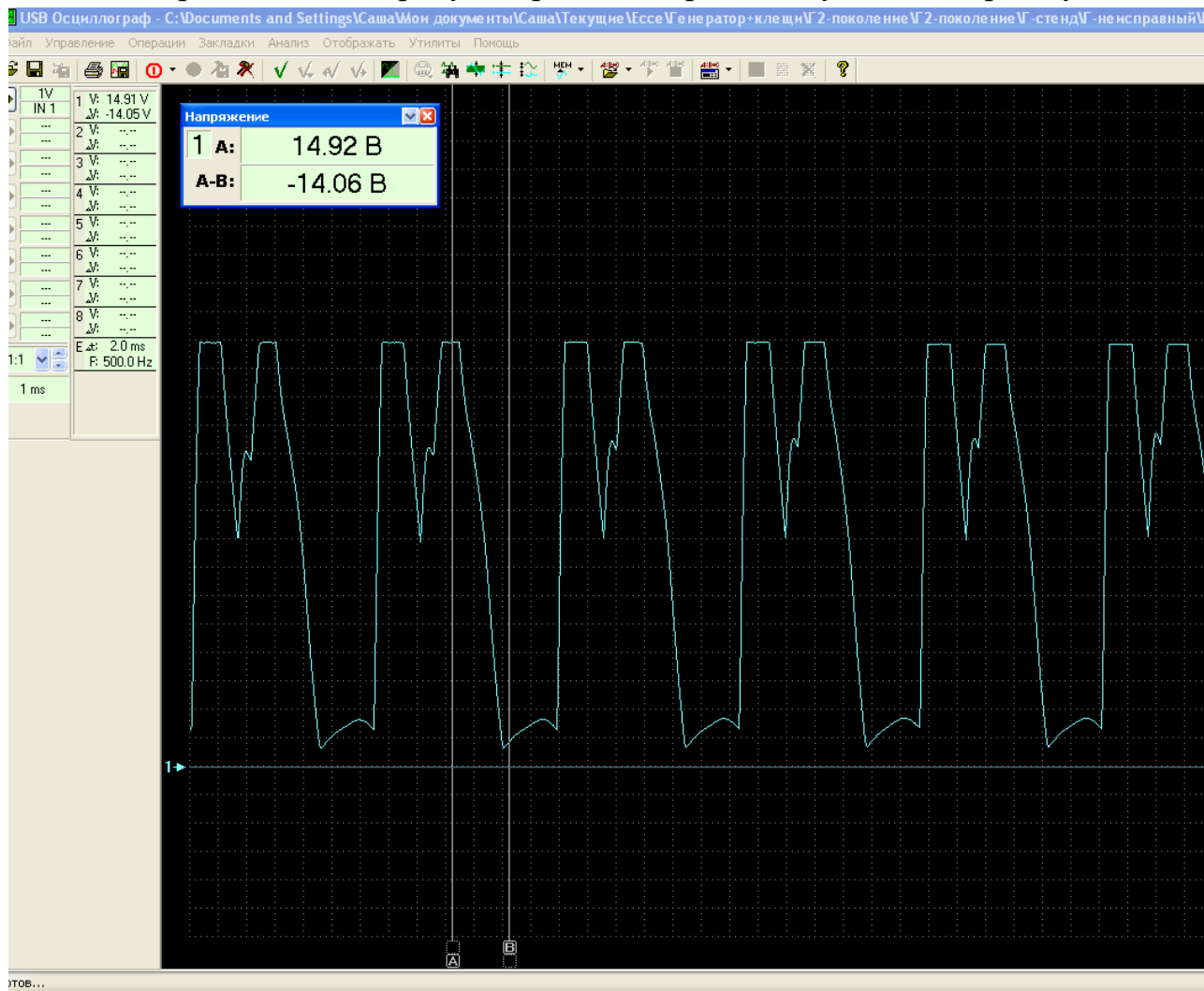
На первый взгляд может показаться, что лучше работает тот генератор, у которого меньше размах пульсаций. То есть, при большем размахе наверняка имеется большой провал напряжения и, соответственно, должна быть неисправность. Но, на приведенных осциллограммах нужно смотреть не на размах пульсаций, а на величину перепада напряжения. В каком генераторе перепад напряжения меньше, тот и лучше работает. А размах пульсаций будет зависеть от чувствительности входа прибора. То есть, этот вопрос с подвохом – я специально установил разное усиление, чтобы ввести вас в заблуждение. Для большей наглядности отдачи генератора я установил горизонтальный маркер, показывающий "ноль Вольт" (инструментарий Постолографа позволяет это сделать). Вот теперь, с первого взгляда становится понятным, какой из генераторов работает лучше.



Предлагаю вашему вниманию ещё несколько осциллограмм с маркером "ноль Вольт".



А теперь давайте попробуем проанализировать эту осциллограмму.



1. Начну с того, что обычный вход Постолографа первой и второй версий срезает сигнал, напряжение которого превышает 15 Вольт. Вот, как раз на этой осциллограмме, мы это и наблюдаем. Из-за этого, осциллограмма приняла непривычный вид, что может запутать.

2. Если измерительными маркерами измерить время полупериодов напряжения, то мы увидим, что генератор «выдал» первый и третий импульсы. И все! (правда, виден ещё маленький «зубчик» – легкий «намек» на карликовый второй полупериод).

Давайте вспомним, как распределяются импульсы полупериодов напряжения в трехфазном генераторе.

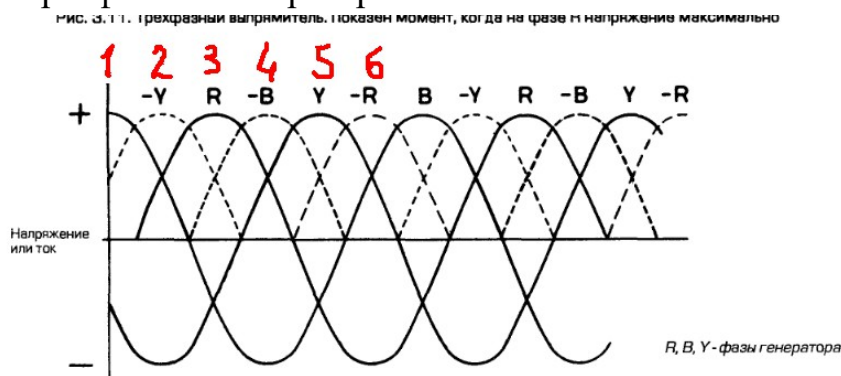


Рис. 3.12. Напряжение или ток на выходе трехфазного выпрямителя

Видно, что положительные (и отрицательные тоже) полупериоды чередуются через один. Поэтому, первый и третий полупериоды будут принадлежать к двум разным фазам либо положительного, либо отрицательного полупериодов. Таким образом, этот генератор стал двухфазным-однополупериодным. Такое возможно, например, как при замыкании на массу одного фазного вывода обмотки, так и при замыкании одного диода, положительного или отрицательного.

Все осциллограммы, о которых рассказывалось выше, были сняты с генератора установленного на стенде. А можно ли получить аналогичную информацию с генератора, не снимая его с автомобиля?

При снятии осциллограммы напряжения генератора на автомобиле, его выходное напряжение не может опуститься ниже напряжения АКБ. Поэтому, получить осциллограмму с неисправностью где напряжение падает до нуля не получится. Где же выход? Как один из вариантов решения этой задачи, разработчики Постолографа предложили методику измерения напряжения генератора с дополнительными диодами на его выходе D+ ("61"). С этой методикой можно ознакомиться на их сайте.

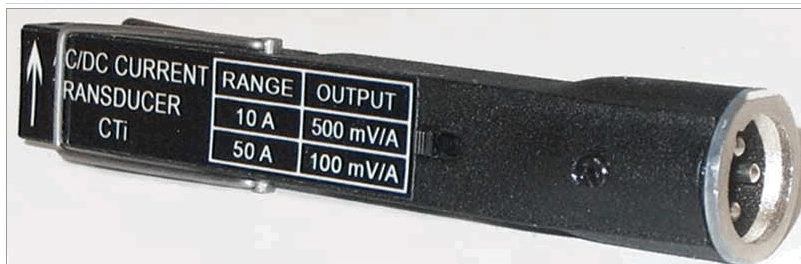
На одном из слетов диагностов andreika (Андрей Бежанов) предложил мне ещё одну интересную идею для решения этой задачи. Проведя серию экспериментов на автомобилях с разными неисправностями генератора, я практически убедился в том, что идея отлично работает. В основе идеи лежит то, что электрический ток всегда течет от высшего потенциала к низшему (здесь можно провести аналогию с водой, которая вниз течет, а вверх, почему-то, нет).

Многие, наверняка, ещё помнят старенькие автомобили с амперметром. (Запорожец, Москвич, Волга). Идея Андрея заключалась в том, что при неисправности генератора вызывающей кратковременные провалы напряжения, ток во время провала должен течь в противоположном направлении, и токовые клещи должны показать не только наличие провала, но и его форму. А если ещё и применить горизонтальный маркер, показывающий "Ноль тока", то станет возможным с большой точностью определить момент, как зарядки, так и разрядки АКБ, например, во время коротенького провала (почти также, как это было на автомобилях с амперметром, только ещё точнее). Уточню, что направление движения тока будет очень точным критерием зарядки АКБ, в отличие от величины напряжения, которое может ввести в заблуждение при сильно посаженной АКБ.

В качестве токового датчика я использовал токовые клещи "СТi", которые были созданы специально для работы с Постолографом.



k.001.jpg (20.37 КБ) Просмотров: 2312

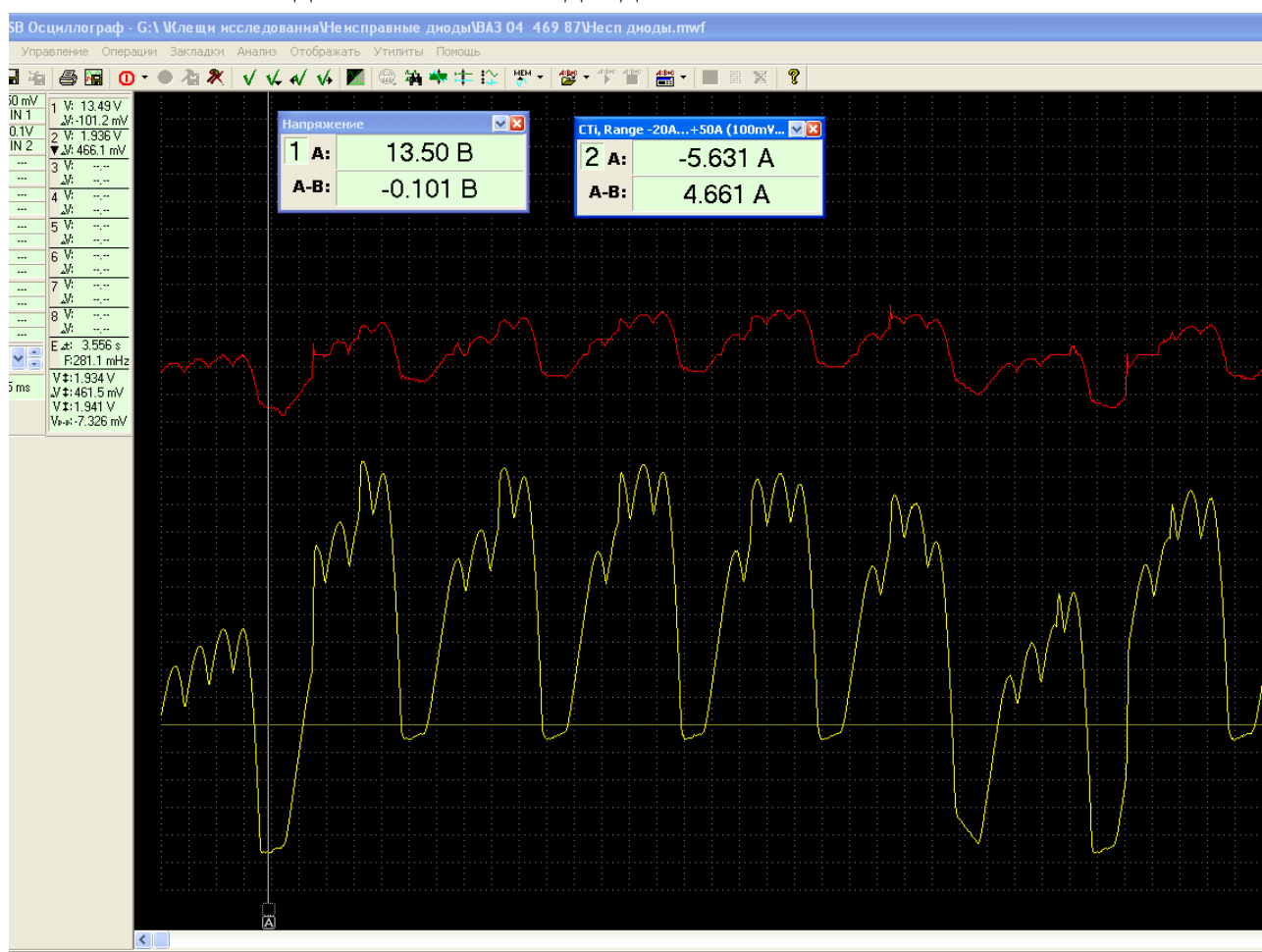


k.002.jpg (21.06 КБ) Просмотров: 2312



Клещи желательно подключить к проводу, который соединяет генератор только с АКБ. Тогда мы увидим именно ток заряда / разряда.

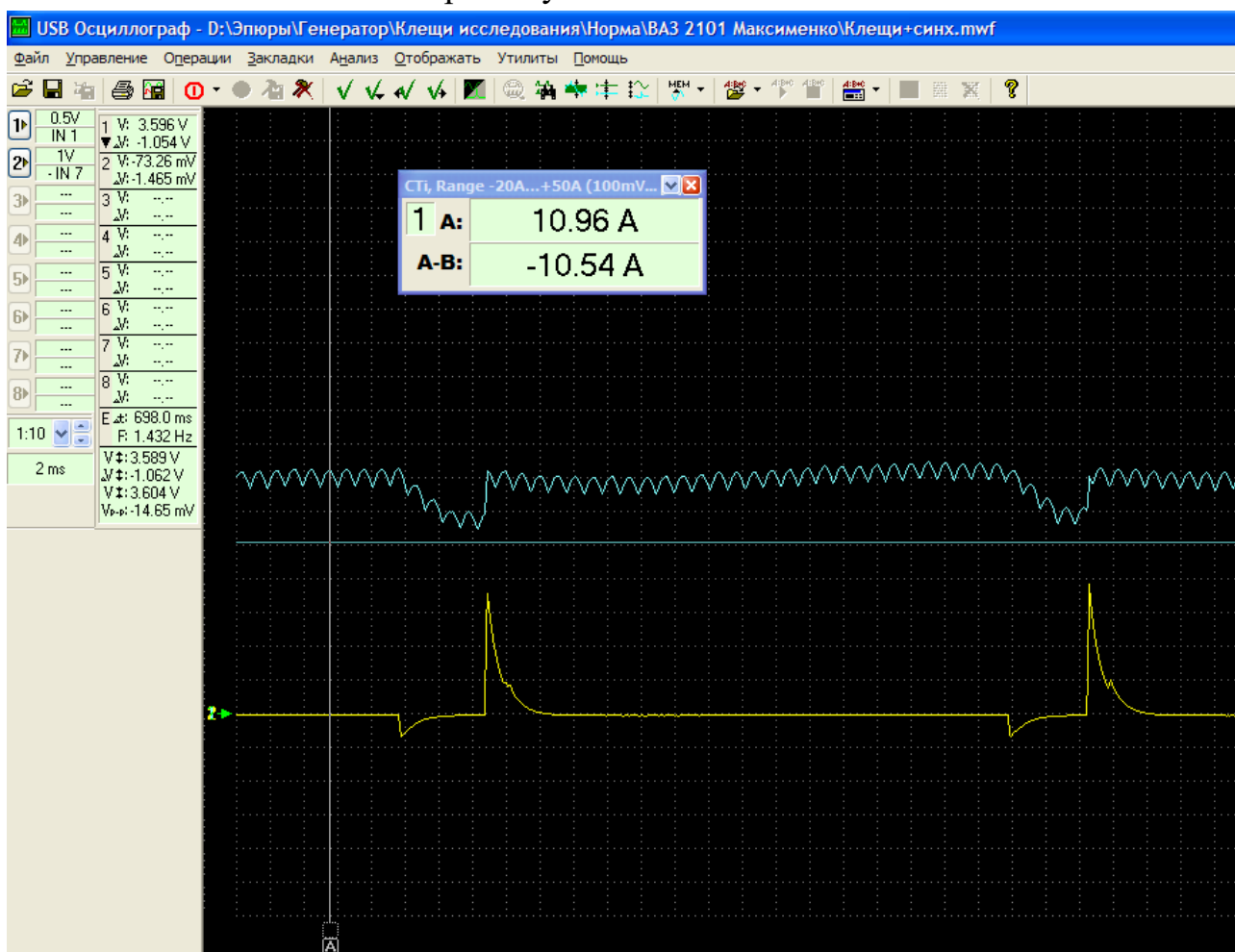
Приведу практическую осциллограмму. Автомобиль ВАЗ 2104, генератор 37.37.01 с плечом дополнительных диодов.



Канал 1 (красный) – это напряжение; канал 2 (желтый) – ток; тонкая горизонтальная линия (желтая) – "Ноль тока". Все, что выше этой линии – это зарядка АКБ; а в моменты когда график тока уходит ниже желтой линии – зарядки нет, и АКБ разряжается.

Попробую проанализировать эту осциллограмму. Отсутствие двух полупериодов говорит об обрыве диода (предположительно дополнительного, что и доказали дальнейшие измерения), а циклические провалы – это работа системы зажигания.

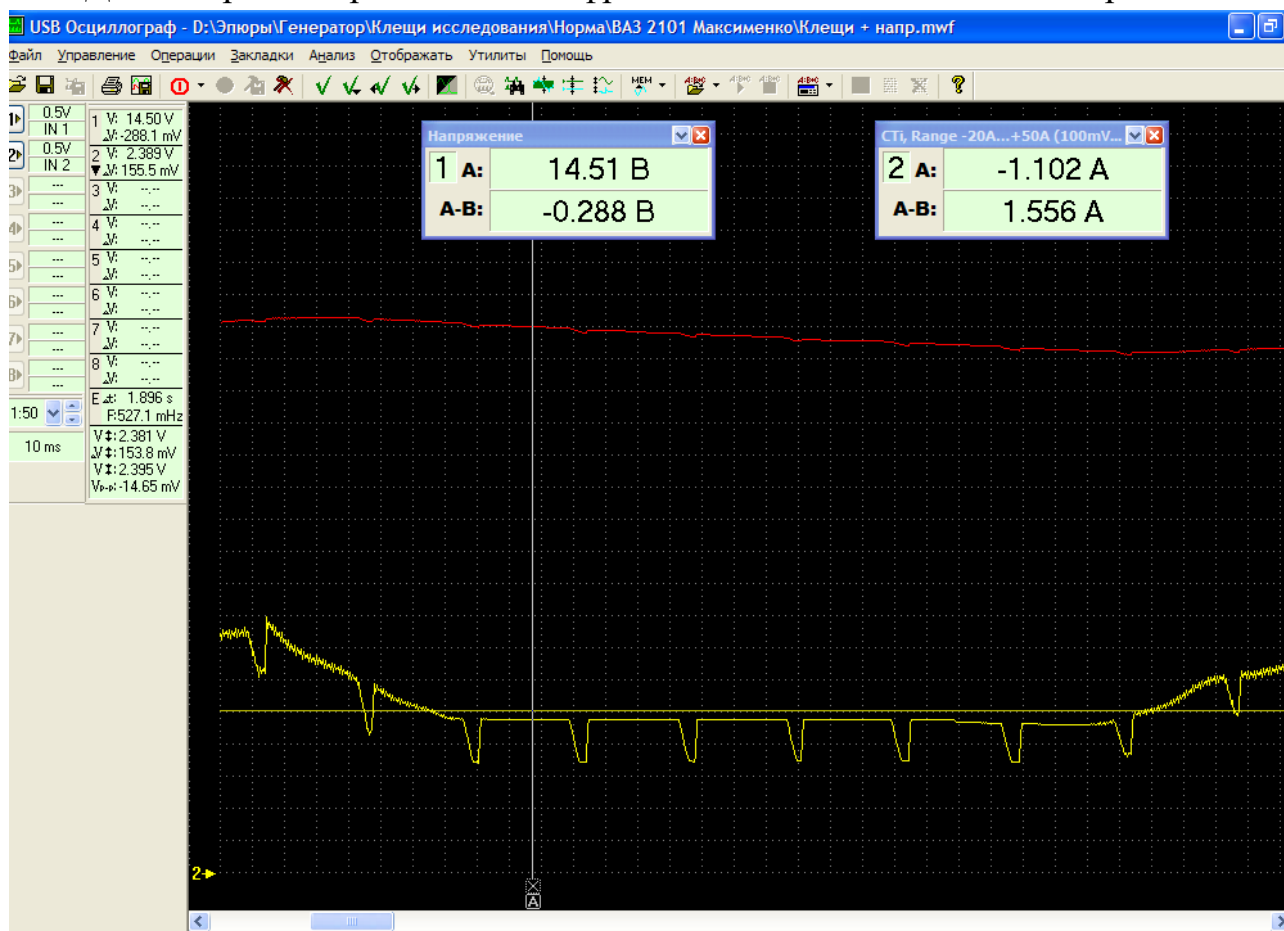
Для подтверждения этого была снята осциллограмма с исправного автомобиля ВАЗ 2101 с синхроимпульсом.



При максимальных просадках напряжения токовые клещи показали разряд величиной в 4,6 Ампера.

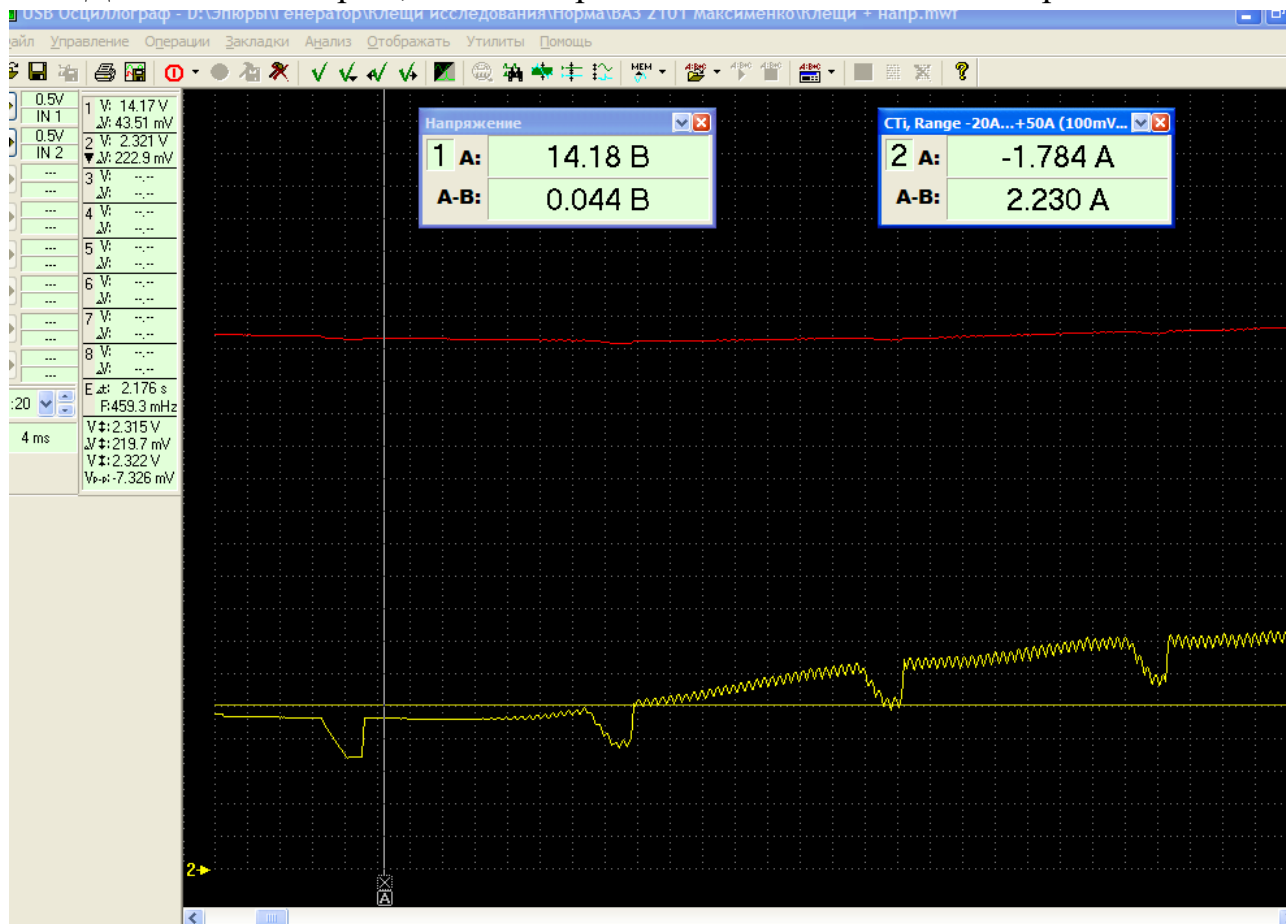
Может возникнуть вопрос: Почему при неисправности дополнительного диода произошёл провал напряжения в цепи силовых? Ведь силовые диоды исправны! Дело в том, что выходное напряжение силовых диодов зависит от магнитного потока ротора, который, как раз и создается протекающим током, выпрямленным дополнительными диодами. То есть, чтобы силовые диоды заработали, сначала должны заработать диоды дополнительные.

Давайте рассмотрим ещё один фрагмент из последней осциллограммы.



Видно, что при максимальном напряжении бортовой сети зарядка, иногда, вдруг пропадает, а потом опять появляется. Такие провалы повторяются циклически через, примерно, одинаковое время. Интересно, а что же это может быть? Мое мнение – это работа регулятора напряжения ("Р.Н."). Давайте вспомним, как он работает. Когда напряжение бортовой сети превышает определённую величину, то "Р.Н." на очень короткое время отключает обмотку возбуждения генератора. В результате генератор перестаёт работать, и напряжение снижается. После определённого снижения напряжения "Р.Н." опять подключает питание к обмотке возбуждения – генератор опять начинает работать. И так происходит постоянно.

Давайте посмотрим, как этот процесс выглядит на осциллограмме.



При работе генератора видны характерные пульсации тока и напряжения. При отключении обмотки возбуждения пульсации пропадают и на осциллограмме будет ровная линия, которая расположена ниже линии "Ноль тока" (в это время, бортовая сеть автомобиля питается от АКБ током величиной в 2,2 Ампера). После включения генератора пульсации тока появляются снова. На канале напряжения видно, что генератор отключается при величине напряжения 14,5 Вольт, а включается при величине 14,1 Вольт.

Выводы

При проверке работоспособности генератора токовыми клещами на автомобиле, видна форма выходного сигнала тока генератора. Это позволяет нам определить исправность диодов, или обмотки статора генератора.

Если схемотехника автомобиля позволяет установить линию "Ноль тока", то становится возможным увидеть фактическую зарядку (или разрядку) АКБ на разных оборотах мотора и на разных нагрузочных режимах.

К сожалению, при проверке токовыми клещами не всегда можно увидеть провалы, когда напряжение падает до нуля Вольт, которые появляются при определенных неисправностях генератора, и которые можно увидеть при проверке генератора на стенде с отключенной АКБ.

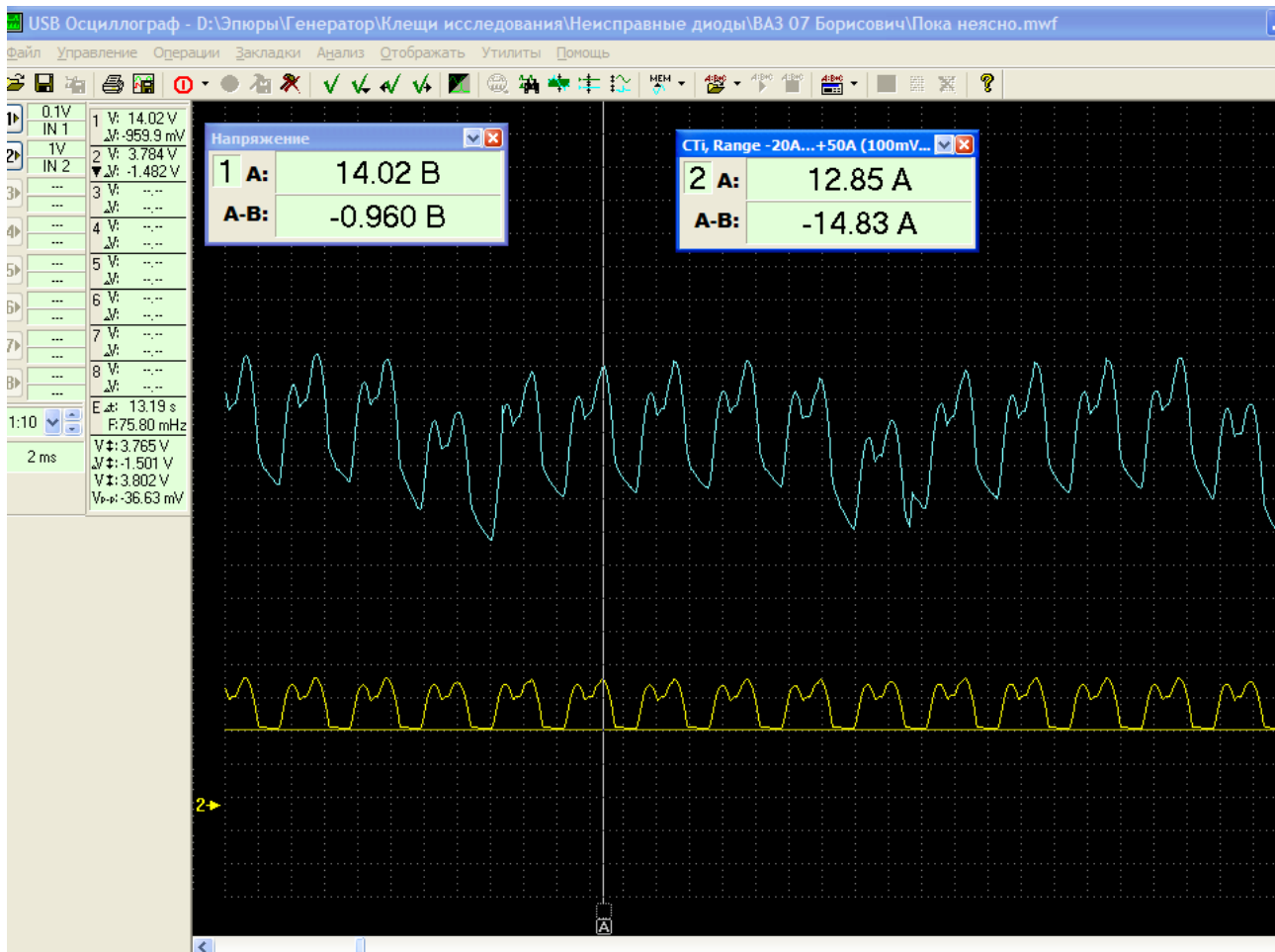
Несмотря на приведенные выше примеры удачной диагностики токовыми клещами, не нужно тешить себя иллюзиями, что этот способ применим на всех типах и моделях автомобилей, так как корректный результат будет напрямую зависеть от схемотехники автомобиля и от возможности беспрепятственного подключения к генератору.

Конкретный пример с элементами загадки.

ВАЗ 2107, генератор 37.37.01 с плечом дополнительных диодов, пропала зарядка. На щитке приборов, при выключенном зажигании светится лампочка генератора (АКБ). Наверняка, многие из вас сталкивались с такой неисправностью и готовы сразу назвать причину.

После первичной проверки я попросил владельца оставить автомобиль и купить новый диодный мост. Но он, не послушавшись моего совета, поехал за диодным мостом на своем автомобиле... В итоге его притянули на шнурке с посаженной АКБ. После установки новой АКБ выяснилось, что сигнализация заблокировала запуск и не слушается брелка. Я завел автомобиль «напрямую», подав питание на катушку зажигания отдельным проводом, и для снятия осциллограммы подключил клещи к проводу идущему от генератора к АКБ.

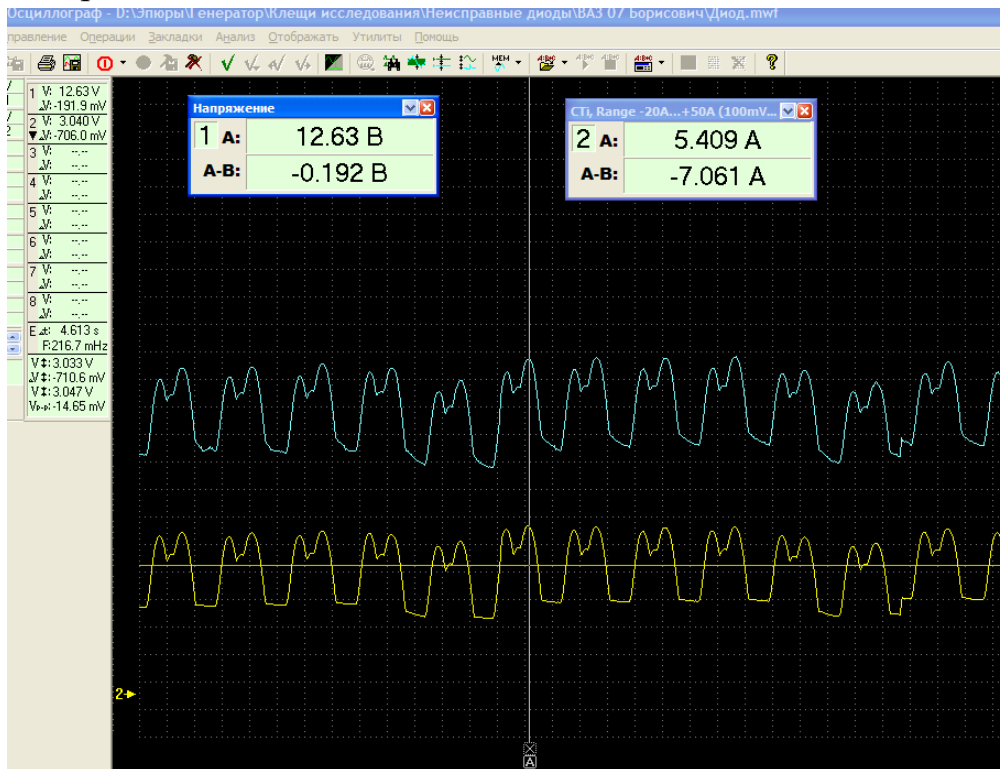
Но осциллограмма получилась не совсем информативной.



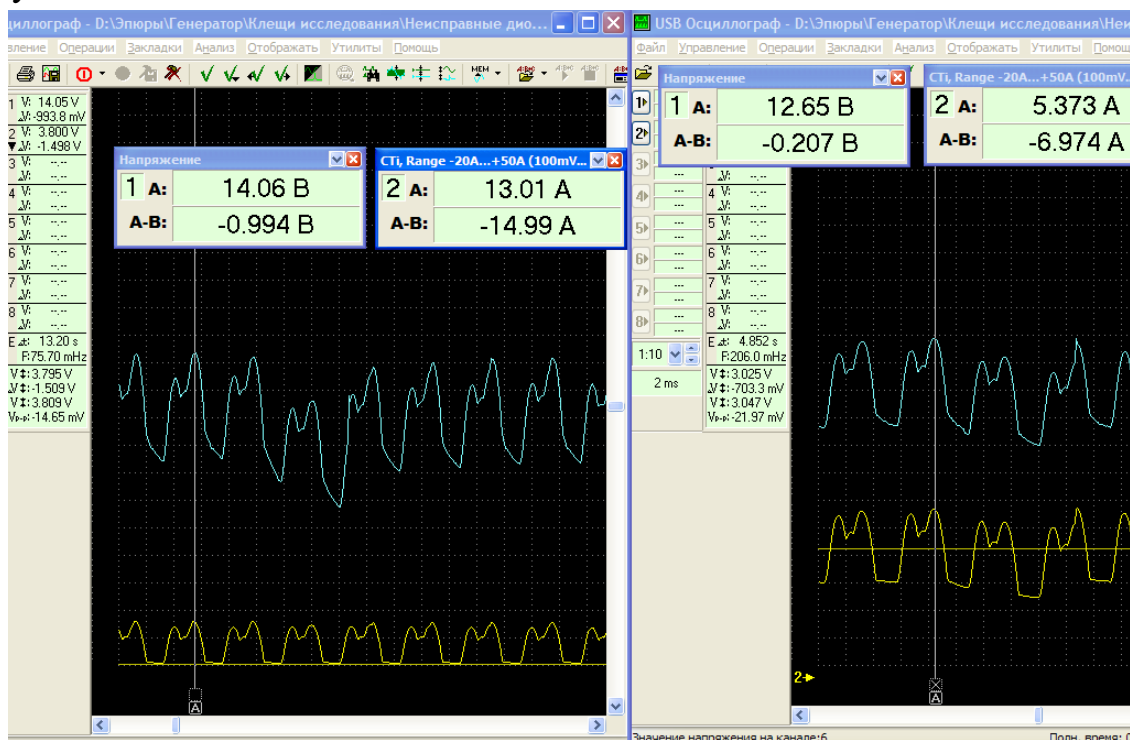
Канал 1 (голубой) – это напряжение; канал 2 (желтый) – ток; тонкая горизонтальная линия (желтая) – "Ноль тока". Осциллограмма тока получилась, как-бы, «урезанной». На ней виден только заряд АКБ, но нет разряда. Линия тока доходит до маркера "Ноль тока" и как-бы останавливается, «упираясь» в неё. Хотя, на графике напряжения мы видим значительные просадки и, в отдельных местах, даже провалы от работы системы зажигания. Ктонибудь может назвать причину этого?

Ответ очень простой. Из-за заблокированного сигнализацией запуска я подал питание напрямую на катушку зажигания и так и снимал осциллограмму. Из-за этого в пути протекания тока произошли изменения, то есть ток разряда шел по добавочному проводу, который не фиксировался клещами. Ведь клещи я подключил по привычной для себя, отработанной практикой, схеме.

После восстановления штатной схемы электроснабжения, осциллограмма приобрела «правильный» вид.

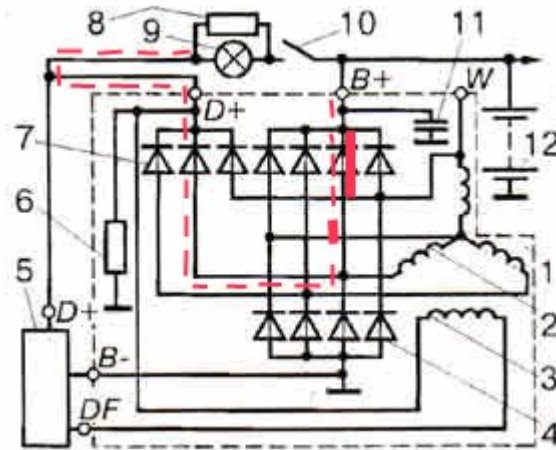


Для большей наглядности давайте сравним эти две осциллограммы между собой.



Если попытаться объяснить причину свечения лампочки щитка приборов при выключенном зажигании (напомню, что такая неисправность была в этом автомобиле до ремонта), то логичных версий может быть только две: либо провод, идущий на лампочку щитка (коричнево-белый), замкнул на "+", либо пробит (закорочен) силовой положительный диод.

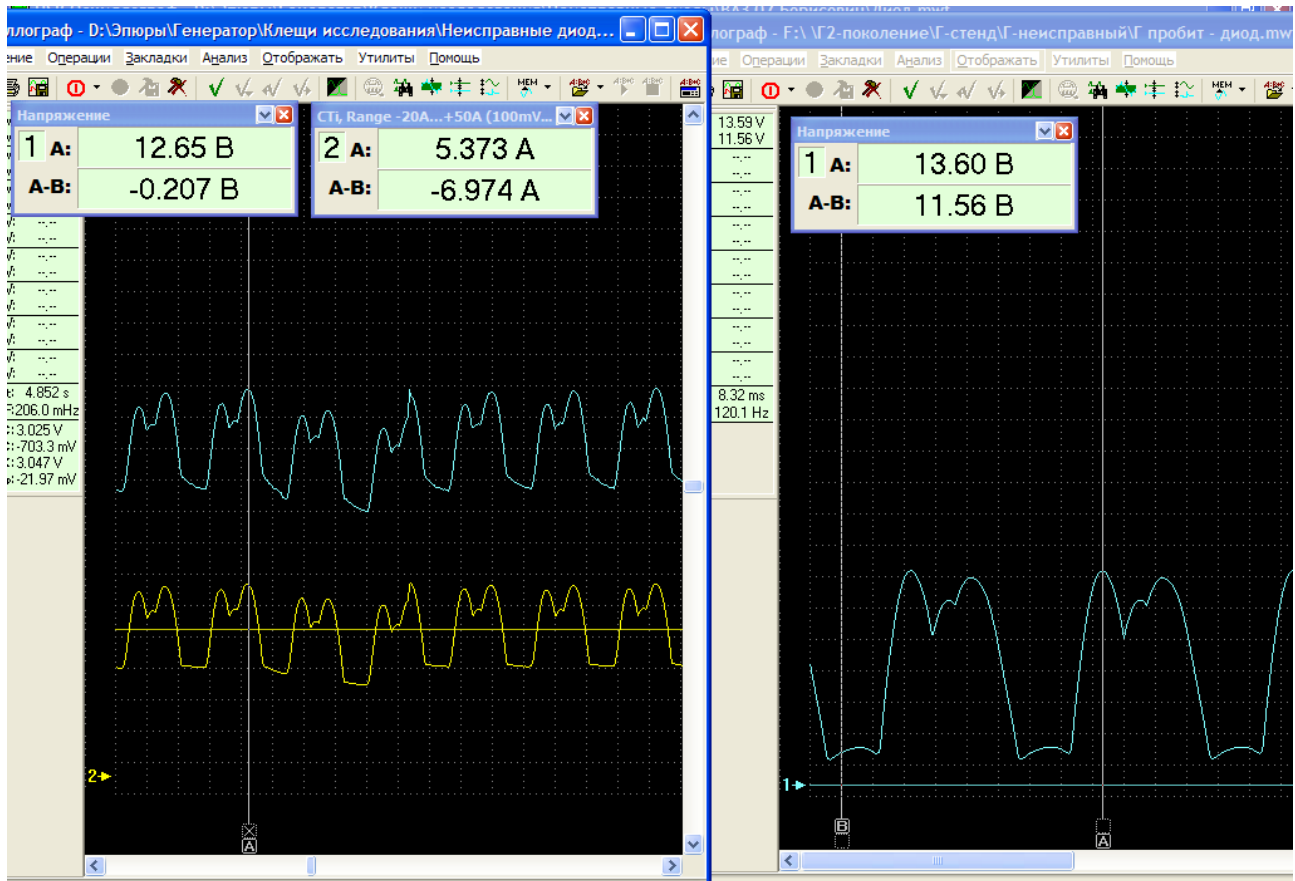
Что и подтверждает анализ схемы генератора.



На схеме видно, что ток через лампочку от вывода "В+" в исправном генераторе не потечет, так как положительные силовые диоды работают как разделительные. А при пробое любого положительного диода, путь для тока через лампочку открывается.

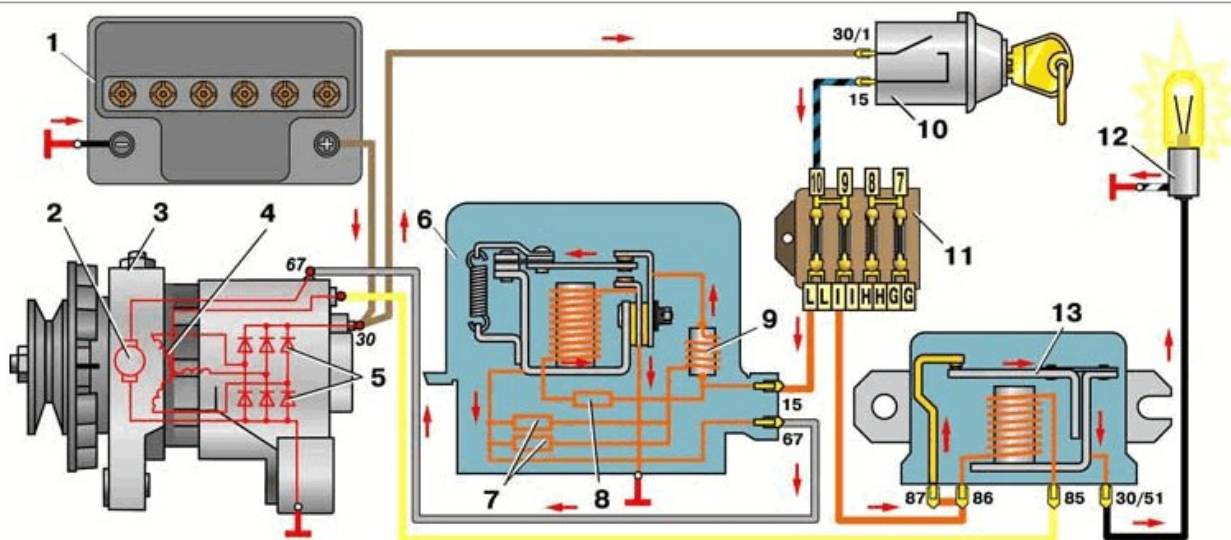
Определиться с причиной свечения лампочки очень просто – нужно отсоединить штекер D+ ("61") от генератора. Если лампочка не погасла – то виновата проводка, а если погасла – то причина в генераторе (пробит силовой положительный диод).

Анализируя график тока этой ВАЗ 2107 я убедился, что он очень-очень похож на осциллограмму генератора "Пробой диода".



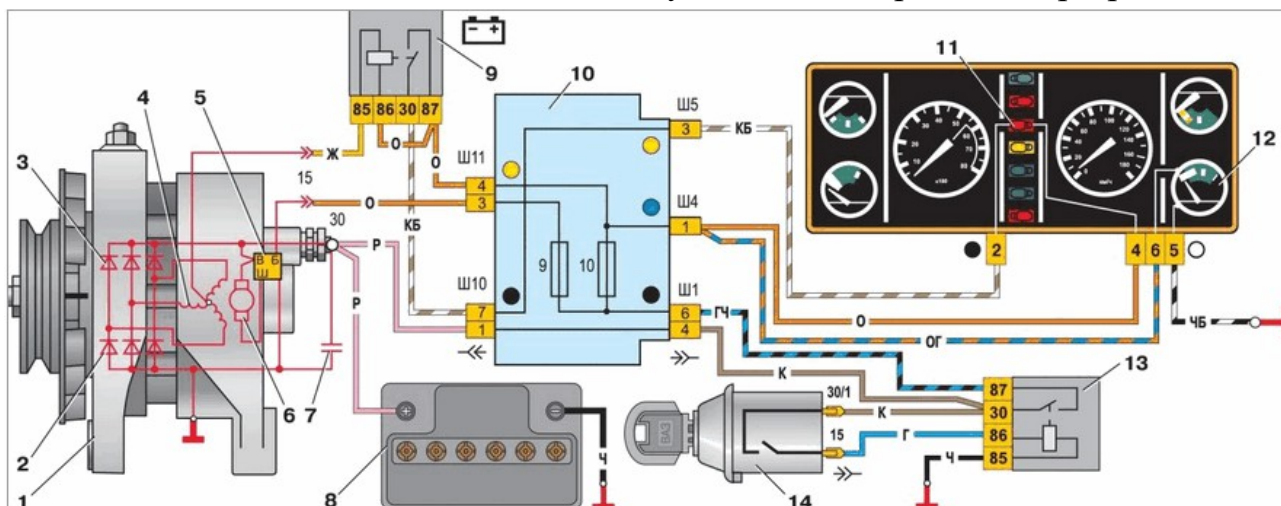
Ремонт генератора подтвердил пробой силового положительного диода.

И, немного подробнее о схемотехнике автомобиля. В электрической проводке классических карбюраторных ВАЗ-ов к силовому болту генератора подходит два провода, один из которых соединяется только с АКБ, а второй (уходящий от этого же болта шины "30" генератора) запитывает все электрические потребители автомобиля. Это позволяет при помощи токовых клещей (подключившись к проводу АКБ / генератор) увидеть только ток зарядки / разрядки АКБ.



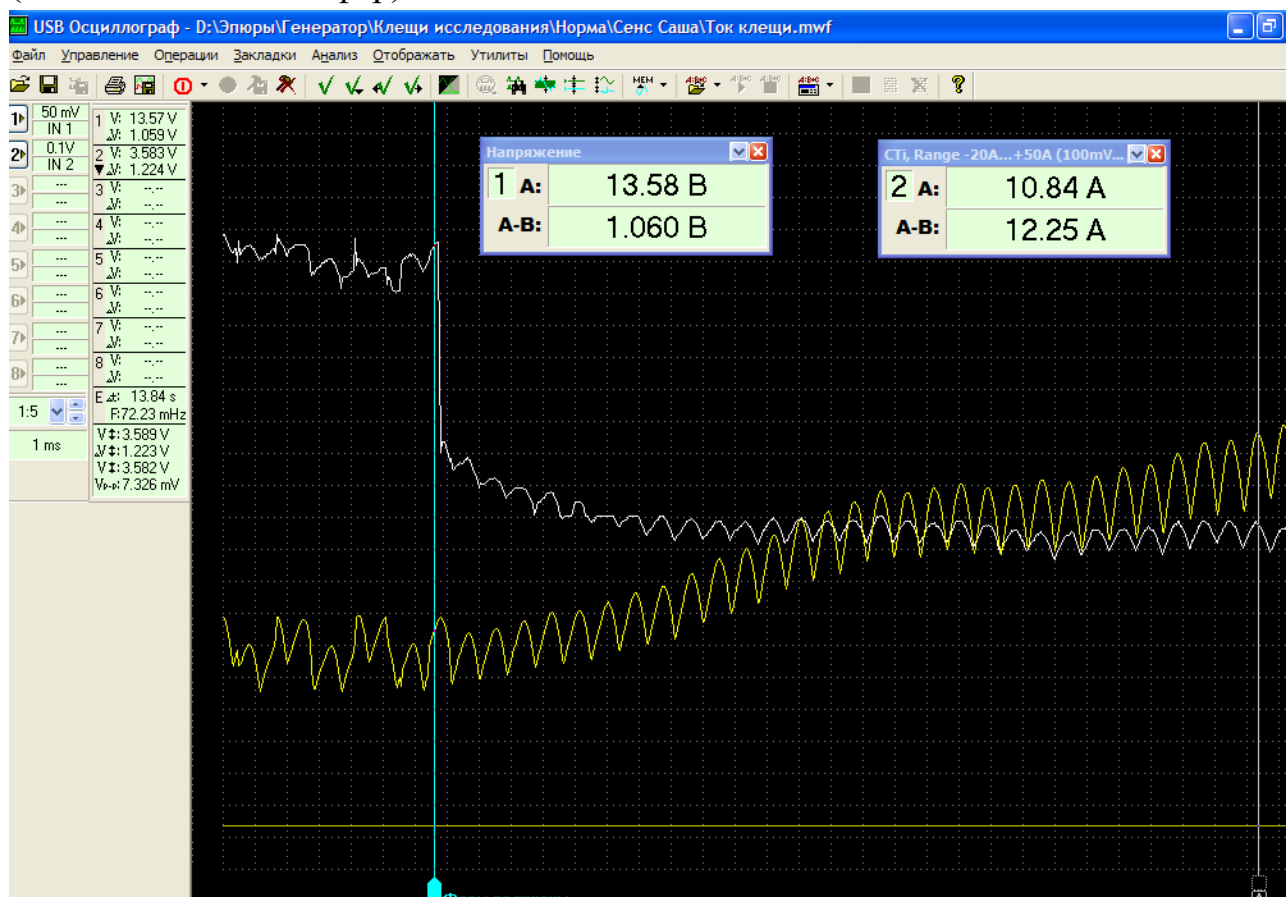
Но, в подавляющем большинстве автомобилей других марок, все электрические потребители подключены к плюсовому штырю АКБ. Поэтому, к току, который заряжает АКБ, добавится ещё и ток других потребителей (форсунок, системы зажигания и т.п.). Поэтому, увидеть ток только зарядки АКБ на автомобиле с такой схемотехнике уже не получится. При такой схемотехнике мы увидим весь ток выдаваемый генератором.

Поэтому, расскажу чуть подробнее о схемотехнике подключения генератора к автомобильной проводке. Самый удобный для диагностики токовыми клещами автомобиль – это карбюраторный ВАЗ (и ему подобные), так как в нем от АКБ отходит только один провод к генератору, а потом уже от генератора запитана вся бортовая сеть автомобиля. Благодаря такой схемотехнике, токовые клещи позволяют увидеть как заряд, так и разряд АКБ.



Вопрос: а возможно ли увидеть только ток заряда-разряда АКБ на инжекторных ВАЗ-ах? Ответ: нет, так как, на этих автомобилях, к плюсовому штырю АКБ отдельным проводом подключена электронная система управления двигателем автомобиля. А вот на Opel, Daewoo, и подавляющем большинстве других автомобилей схемотехника слегка отличается: вся бортовая сеть автомобиля запитана от плюсовой клеммы АКБ, а генератор соединяется с "+" отдельным проводом. Из-за такой схемотехники, невозможно увидеть разряд АКБ, а только ток выдаваемый генератором, так как в случае пониженного напряжения генератора ток от него к АКБ не потечет и, соответственно, токовые клещи ничего не покажут (хотя в этом вопросе есть и небольшой нюанс; но о нем расскажу чуть позже).

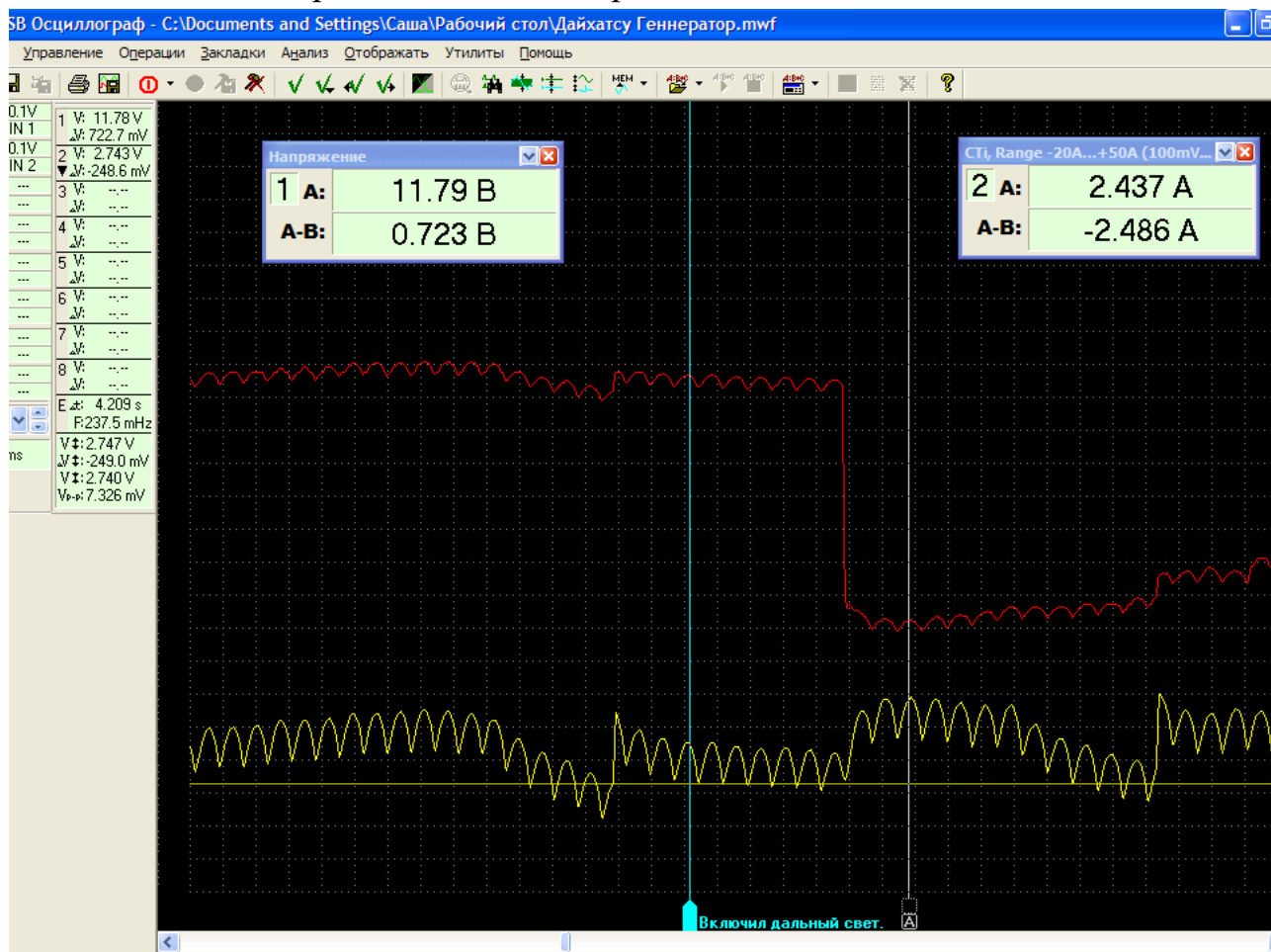
Парочка примеров с исправным и неисправным генераторами. "Сенс", режим холостого хода, момент добавления нагрузки на генератор (момент включения фар).



Канал 1 (белый) – напряжение; канал 2 (желтый) – ток.

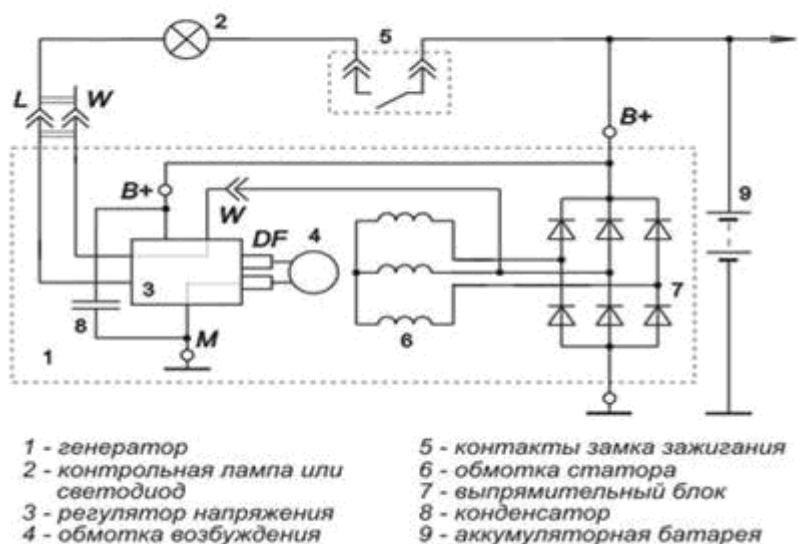
На осциллограмме видно, что при включении фар напряжение слегка проседает (с 14 Вольт до 13,6 Вольт), а ток, соответственно, возрастает до 12,25 Ампер. То есть, генератор адекватно реагирует на увеличение нагрузки. Также, хочу обратить ваше внимание на форму пульсаций тока. Если без нагрузки пульсации имели разную амплитуду, то после включения фар они выровнялись. Так происходит из-за того, что без нагрузки "Р.Н." слегка ограничивал выходное напряжение, а под нагрузкой ограничения напряжения уже не происходит.

Второй пример, теперь уже с неисправным генератором. Daihatsu Applause; проблема с зарядкой. На этом автомобиле все потребители подключены к штырю АКБ. Осциллограмма тока имеет такой вид.



Форма пульсаций правильная, значит диоды и обмотка в порядке. Выходной ток генератора очень маленький (чуть больше двух Ампер; и это с током потребления бортовой сетью автомобиля!). А вот на нагрузку (включение фар) генератор почти не добавляет тока. Зато напряжение проседает с 12,5 Вольт до 11,8 Вольт. Делаю вывод, что при исправных диодах и обмотке, генератор, по каким то причинам, не выдает полной мощности. После замены генератора зарядка пришла в норму, а я, для проверки своего диагноза, разобрал генератор. Схемотехника генератора оказалась близка российскому генератору 9402.37.02-06, в обиходе называемому «Калиновским». У него нет плеча дополнительных диодов, а к "Р.Н." подключен вывод фазы обмотки статора. Неисправным оказался "Р.Н.", который не выдавал на ротор номинальный ток возбуждения, из-за чего, при правильной форме выходного тока (и, соответственно, напряжения) генератор не выдавал полной мощности.

Теперь, о том нюансе, о котором я говорил выше. Казалось бы, что при такой схеме включения генератора, осциллограмма тока не может опускаться ниже "нулевой линии", так как течь в противоположном направлении току не дают силовые диоды, работающие как разделительные. Но, на осциллограмме видно обратное... Для понимания причины этого, хочу напомнить схемотехнику этого генератора (выше я называл его «Калиновским»).



По схеме видно, что ротор генератора питается от силового болта "30", ток питания которого и виден на осциллограмме токовых клещей.

Выводы

Несмотря на приведенные выше примеры удачной диагностики токовыми клещами, не нужно тешить себя иллюзиями, что этот способ применим на всех типах и моделях автомобилей, так как, конкретный результат будет напрямую зависеть от схемотехники автомобиля и от возможности беспрепятственного подключения к генератору. Поэтому, при схемотехнике подключения генератора «а-ля карбюраторный ВАЗ», при помощи токовых клещей можно увидеть отдельно ток заряда / разряда АКБ, а при схемотехнике «а-ля Opel», только ток выдаваемый генератором.