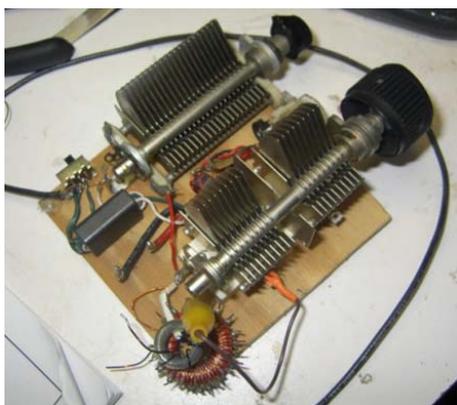


## Как работает антенный тюнер



Повсеместное использование транзисторных широкополосных выходных каскадов, предназначенных для работы на 50-омную нагрузку, внесло некоторое разнообразие в эксплуатацию домашнего оборудования. С одной стороны боязнь по неосторожности повредить своего дорогого «любимца» несовершенством собственной же антенны, с другой — поиск и приобретение недорогих антенных изысков. Как же использовать антенный тюнер и добиться максимальной мощности в антенне или обман за свой счет! Что нужно знать, чтобы правильно подключить «antenna tuner» и использовать его должным образом.

Что нужно знать, чтобы правильно соединять трансивер с 50-омным выходом с антенной? Оказывается обмануть трансивер несложно, достаточно лишь соблюсти определенные правила и симметризовать необходимую нагрузку, а антенну вообще оставить в покое. Для этого и придумали промежуточное звено — устройство, получившее в дальнейшем название «антенный тюнер» от «antenna tuner», «tuner» (англ.) по-русски — настройщик.

Таким образом, между трансивером и антенной появился (в прямом смысле) некий «черный ящик». Прямо как у иллюзиониста, причем с тем же назначением — для обмана. Только в данном случае он обманывает не нас с вами, а нашего любимца, и делает вид, что к его выходу подключена 50-омная нагрузка вне зависимости от имеющейся антенной системы.

### Пара частых заблуждений:

- 1. Якобы антенный тюнер настраивает антенну. В действительности антенный тюнер НЕ НАСТРАИВАЕТ не только антенну, но и любую ее часть!**
- 2. Якобы антенный тюнер улучшает значение КСВ. На самом деле антенный тюнер вообще никак не влияет на КСВ в фидере. Величина КСВ в конкретной линии передачи зависит только от самой линии передачи и подключенной к ней нагрузки.**

Говоря техническим языком, антенный тюнер преобразует полное сопротивление антенно-фидерного устройства и приводит его к типовому значению, присущему Вашему приемопередатчику — 50 Ом или 75 Ом. Или к коаксиальному кабелю, используемому в качестве антенного фидера. Более продвинутые модели антенных тюнеров обеспечивают работу как с несимметричными (коаксиальными), так и с симметричными проводными линиями передачи, или одиночными проводными антеннами.

**Антенный тюнер оказывает влияние на величину КСВ исключительно между передатчиком и самим тюнером.** В этом-то и состоит эффект иллюзии. Настройкой антенного тюнера (элементы настройки — катушка индуктивности, оснащенная замедляющим верньером или многопозиционным переключателем и один, чаще два переменных конденсатора) КСВ между приемопередатчиком и тюнером может быть сведен к минимуму.

Сам же тюнер по своим техническим параметрам способен трансформировать выходное сопротивление передатчика в строго определенный интервал сопротивлений. Этот

интервал указывается в технических характеристиках для конкретно взятой модели антенного тюнера.

Например, некоторые модели автоматических тюнеров фирмы MFJ способны привести (согласовать) выходное сопротивление передатчика 50 Ом к сопротивлению нагрузки в интервале от 6 до 1600 Ом в диапазоне частот 1,8-30 МГц.

Если технические условия по рабочим мощностям передатчика и тюнера не соблюсти, то во-первых, мощностью больше указанной в техническом паспорте, можно вывести из строя достаточно дорогую вещь или, выйдя из интервала сопротивлений нагрузок, получить большие погрешности при согласовании.

При размышлении относительно антенных тюнеров и КСВ важно помнить, что антенный тюнер вообще не оказывает никакого влияния на КСВ между собой и антенной, а только на КСВ между собой и приемо-передатчиком (трансивером). Тюнер — это своего рода корректируемый трансформатор полных сопротивлений между Вашим радио и антенной.

Вся хитрость в том, что когда передатчик «видит» полное сопротивление 50 Ом, то он «думает», что к нему подключена 50-омная антенна. Только тогда он отдаст полную мощность.

Но куда отдаст, в антенну? — Нет, в тюнер. А в нагрузку? — Несколько меньше или значительно меньше. Это зависит от разницы в сопротивлении нагрузок. А куда же девается разница? — А она остается в тюнере, точнее преобразуется в тепло на элементах тюнера. Потеря мощности и есть плата за согласование и, чем оно хуже, тем больше потери.

С одной стороны «обман» облегчает жизнь и защищает передатчик от разброса нагрузок при смене антенн, что само по себе уже немало, с другой стороны — необходимо понимать, что неэффективность линии передачи приводит к значительному снижению выходной мощности.

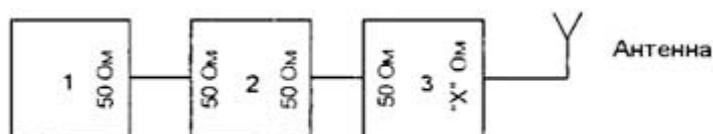
Выход из ситуации: в каждом конкретном случае нужно прикладывать максимум усилий для согласования своих антенн — только в этом случае можно снизить потери мощности. Конечно, если подводить киловатты, то потеря одной, другой сотни ватт практически не скажется на работе в целом. Но, когда речь идет о небольших подводимых мощностях, тогда даже небольшие потери станут влиять на качество (не путать с качеством излучаемого сигнала) проводимых радиосвязей.

### Как подключать и использовать антенный тюнер

Когда уже имеется лучшее понимание, что собой представляет антенный тюнер, попробуем подключить его к радиостанции. Блок-схема, приведенная ниже, иллюстрирует типичный вариант подключения.

Наша цель заставить думать наш приемо-передатчик что он «видит» нужные ему 50 Ом. Полная система состоит из: приемо-передатчика (трансивера); Полосового НЧ фильтра; линейного усилителя мощности; КСВ/Ватт-метра; антенного тюнера; эквивалента нагрузки или самой антенны.

Простая блок-схема подключения:



Слева направо: 1. приемо-передатчик (трансивер), 2. КСВ / Ватт-метр, 3. антенный тюнер и на его выходе приемо-передающая антенна. Проигнорируем линейный усилитель мощности, НЧ-фильтр и эквивалент антенны, т.к. эти узлы могут и не входить в конфигурацию нашей системы.

Собственно говоря, это и все. Высокочастотный сигнал от приемопередатчика последовательно проходит через КСВ /Ватт-метр, показания которого (КСВ близкий к значению 1) будут свидетельствовать о том, что все хорошо и, следующий за ним тюнер, все-таки «обманул» приемо-передатчик и создал на его выходе нужную нагрузку 50 Ом. А мощность, отдаваемая в эту нагрузку максимальна. И далее (после тюнера) сигнал поступает в антенну.

А поскольку к выходу тюнера подключена настоящая антенна, то наша дальнейшая цель научиться настраивать непосредственно антенный тюнер на конкретную антенну.

## **Как настроить тюнер**

В большинстве промышленных и самодельных моделей антенных тюнеров содержится многопозиционный переключатель индуктивности и два (чаще всего, реже один) переменных конденсатора. Переключатель индуктивности маркируется как INDUCTOR. Конденсаторы маркируются как ANTENNA и TRANSMITTER (АНТЕННА и ПЕРЕДАТЧИК). В некоторых тюнерах многопозиционный переключатель индуктивности может быть заменен индуктивностью с плавной регулировкой, известной как катушка индуктивности с роликом (название при этом сохраняется).

Предположим, что мы используем тюнер с переключателем индуктивности. Оба переменных конденсатора ANTENNA и TRANSMITTER установим примерно в среднее положение.

Первоначально начинать работу с любым тюнером (даже с известным) лучше всего в режиме приема, если он подключен (скоммутирован) ко входу приемника. Если да, то вращая переключатель индуктивности и переменные конденсаторы, нужно добиться максимальной громкости какой-либо радиостанции или просто эфирного шума на нужном диапазоне. Эта простая процедура поможет провести более точную настройку тюнера в процессе передачи.

Для настройки в режиме передачи необходимо снизить мощность передатчика до минимально возможной величины (единиц ватт), чтобы ее хватало для полных показаний КСВ-метра (чувствительность разных приборов может быть неоднозначна). Также нужно помнить, что при большой подводимой мощности на элементах тюнера может выделяться большое количество тепла. Что может не самым лучшим способом отразиться на его работоспособности. Поэтому в случае самостоятельной проработки очень важно рассчитывать электрическую прочность элементов тюнера с учетом подводимых мощностей.

Настройка проводится в режиме «несущей». По показанию КСВ-метра необходимо добиться минимальных показаний прибора, а Ватт-метр, наоборот, должен показать наибольшую выходную мощность. Разумеется процедура настройки может занять некоторое время, особенно, при первоначальном знакомстве с работой тюнера. Приготовьтесь к тому, что придется по несколько раз повторять настройку, т.е подбирать индуктивность и емкости обоих конденсаторов, выбирая наилучшее по показаниям прибора.

Величина индуктивности или позиция переключателя зависит от рабочей частоты (диапазона) и, более того, с большой уверенностью можно констатировать, что она незначительно зависит от конкретной антенны. Поэтому в инструкциях по применению промышленных тюнеров строго указаны позиции переключателя индуктивности в зависимости от рабочего диапазона. В самодельных конструкциях эти настройки проще всего определить, как указывалось выше, в режиме приема и они мало будут от реальной настройки в режиме передачи. Кстати, это утверждение имеет место и при работе с промышленными, хорошо проградуированными моделями.

В целом технология настройки не вызывает осложнений. Выделив индуктивностью соответствующий участок диапазона, дальнейшая часть работы сводится к настройке конденсаторов. Варьируя конденсаторами ANTENNA и TRANSMITTER, по показаниям

встроенного в тюнер прибора (в промышленных моделях), определяется наилучшее значение КСВ.

Следует знать, что минимум КСВ (1:1) соответствует резонансной частоте настройки. Если же отстроиться в ту или иную сторону от резонансной частоты, величина КСВ начинает возрастать. Поэтому при значительных расстройках (100 кГц и более) желательно повторять перестройку тюнера.

По значениям КСВ можно определить полосу пропускания антенной системы. Но лучше это делать с отключенным тюнером на небольшой мощности передатчика. Отклоняясь вверх и вниз от резонансной частоты, нужно определить граничные частоты при КСВ=2 (иногда говорят как 2:1).

Разница в показаниях по частоте и будет полосой пропускания антенной системы по КСВ=2. Считается, что полоса пропускания по КСВ=2 является безопасным рабочим интервалом. За этой полосой величина КСВ начинает быстро возрастать и переходит из безопасной зоны (для вашего широкополосного передатчика) в опасную.

При превышениях КСВ>3 может сработать защита выходного каскада (хорошо, если он оснащен таковой) и тогда он сбросит выходную мощность до безопасной величины (если успеет). Если защиты нет, то ... прощай транзисторы! Не хочется об этом даже и думать.

На этом, пожалуй, можно остановиться. В завершении лишь добавлю, что промышленность выпускает довольно много разнообразных моделей антенных тюнеров. Ручных, где вся процедура настройки, подобная описанной выше, проводится самим оператором, и автоматических, где настройка значительно упрощена и сводится буквально к нажатию одной кнопки.

Промышленные антенные тюнеры для радиолюбительских условий и применений рассчитаны на конкретную величину подводимых мощностей в интервале от 150 до 3000 Вт. Они оснащаются дополнительными возможностями, например, селекторами антенн.

В большинстве случаев предоставляется возможность подключения двух несимметричных (коаксиальных) антенн, одной симметричной линии и встроенного 50-омного эквивалента нагрузки «Dummy Load». В них обязательно установлен измерительный прибор КСВ/ Ватт-метр.

Могут быть и некоторые отличия, в зависимости от фирмы изготовителя и стоимости. Все возможности конкретной модели содержатся в техническом паспорте или инструкции по применению.

Сами же радиолюбители разработали много самодельных устройств для согласования своих антенн, но принцип работы остается «незыблемым, как скала».

В его основу положен трансформатор полных сопротивлений.