

Симметричный тюнер MFJ

Специальное примечание: данное руководство по эксплуатации во всём соответствует приборам MFJ-974HB и MFJ-974B, за тем исключением, что в случае работы с прибором MFJ-974B все упоминания о диапазоне 160м должны игнорироваться.

Введение

Прибор MFJ-974HB представляет собой полностью симметричный тюнер для работы с симметричной линией связи, обеспечивающий исключительную симметрию токов в очень широком диапазоне согласования сопротивлений (12Ом ... 2000Ом) и диапазоне частот (1,8МГц ... 54МГц или 3,5МГц ... 54МГц для прибора MFJ-974B) при продолжительном режиме работы. Номинальная мощность прибора составляет 300Вт пиковой мощности при работе с однополосным сигналом или 150Вт при работе телеграфом.

Прибор MFJ-974HB предназначен для согласования выхода передатчика или трансивера, сопротивлением 50Ом, практически с любой антенной. Двухстрелочный индикатор с подсветкой прибора MFJ-974HB отображает величины пиковой и средней падающей и отражённой мощности, а также величину KСВ.

Схемотехнически прибор MFJ-974HB представляет собой полностью симметричную Т-образную согласующую цепь, в которой применены четыре переменных конденсатора с воздушным диэлектриком и рабочим напряжением 1000В, управляемых с помощью замедлителя, а также катушка индуктивности высокой добротности для обеспечения электрического согласования в диапазонах 80м ... 10м. Для диапазонов 6м и 160м применены отдельные катушки. Согласующие элементы установлены симметрично для обеспечения электрической симметрии и для обеспечения лучшей электрической изоляции расположены в центральной части корпуса.

Для преобразования несимметричного входного сигнала, подаваемого на низкоомный вход, сопротивлением 50Ом (сигнал от передатчика), этот вход нагружен на токовый балун с коэффициентом передачи 1:1. Балун изготовлен из 50 ферритовых колец, установленных на коаксиальный кабель RG-303 Teflon™. Подобная конструкция обеспечивает исключительную и эффективную электрическую изоляцию. При этом балун не нагревается даже при максимальной номинальной мощности тюнера.

Прибор MFJ-974HB согласует практически любые антенны, питаемые с помощью симметричной линии связи: диполи, инвертед V, вертикалы, мобильные штыри, яги, квадраты, горизонтальные рамки, многовибраторные антенны, антенны «случайный провод» и многие другие. На задней панели прибора установлены разъёмы для подключения коаксиальных, двухпроводных и однопроводных линий связи. Встроенный балун обеспечивает работу с симметричным открытым проводом, двухпроводной линией связи и двойной коаксиальной линией связи.

Справочная информация по оценке номинальной мощности

Для тюнеров не существует стандартизированной системы оценки номинальной мощности. Указываемые номинальные мощности (например, 3кВт) возникли во времена, когда выходная мощность усилителей оценивалась пиковой подводимой мощностью, а не истинным значением выходной ВЧ мощности. Например, мощность однокиловаттного

тюнера Johnson Matchbox оценивалась величиной, которая подавалась от передатчика АМ-сигналов с анодной модуляцией и мощностью 1000Вт (что соответствует 4000Вт пиковой мощности на входе тюнера и 3000Вт на выходе).

Усилитель Heathkit SB-220 назывался двухкиловаттным усилителем. Его номинальная мощность в СW составляла примерно 600Вт. Согласующие тюнеры, работающие совместно с этим усилителем, считались двухкиловаттными тюнерами. Они обеспечивали безопасную работу с мощностью 600Вт СW или 1200Вт пиковой мощности однополосного сигнала.

Комиссия FCC изменила систему классификации мощности усилителей и указываемая номинальная мощность тюнеров более не соответствовала мощности усилителей. Самые распространённые тюнеры с номинальной мощностью 1500Вт оставались способными обеспечивать безопасную работу с мощностями 400...600Вт СW или 600...900Вт пиковой мощности SSB.

На величину мощности, с которой тюнер может обеспечить безопасную работу, существенно влияют нагрузка и настройки органов управления. Т-образная цепь обычно выдерживает большую мощность на более высоких частотах при работе на нагрузку с более высоким сопротивлением. Наиболее плохим случаем для Т-образной согласующей цепи является низкоомная нагрузка с большой ёмкостной составляющей. Т-Тюнеры всегда согласуют меньшую мощность при работе в диапазоне 160м, где нагрузка представляет собой такой случай.

Измеритель КСВ/мощности

Двухстрелочный измерительный прибор отображает величины пиковой или средней падающей (FORWARD) мощности, отражённой (REFLECTED) мощности, а также КСВ (SWR). Отображение данных параметров происходит при подключении тюнера.

Предел измерения падающей и отражённой мощности осуществляется с помощью переключателя POWER, который приводится в положение HI (300Вт) или LO (30Вт). Если выходная мощность Вашего передатчика превышает 30Вт, выберите предел измерения 300Вт (положение переключателя ВКЛ или HI). Если выходная мощность Вашего передатчика менее 30Вт, выберите предел измерения 30Вт (положение переключателя ВЫКЛ или LO).

Измерение пиковой мощности (PEP) производится с помощью перевода переключателя PEAK и AVG в положение ВКЛ (PEAK). Величины пиковой и средней мощности равны друг другу при работе с непрерывными немодулированными несущими, а также при работе с сигналами с ЧМ или FSK. Показание измерительного прибора при этом будут одинаковыми независимо от положения переключателя PEAK/AVG. При работе с однополосными сигналами величина пиковой мощности будет вдвое больше средней в случае тестового двухтонового сигнала.

При работе с однополосными сигналами соотношение пиковой и средней мощности изменяется в зависимости от особенностей голоса. В большинстве случаев, пиковая мощность однополосного сигнала в 3...5 раз больше средней мощности. Наиболее стабильные значения пиковой мощности достигаются только в случае использования опорной несущей, «опорного» голоса (например, долгий гласный звук типа «а-а-а-а») или тестовой модуляции двухтоновым сигналом. При обычной работе в эфире однополосным

сигналом измеритель мощности обычно только 70% истинной величины пиковой мощности.

Падающая мощность отображается на левой шкале, обозначенной как FORWARD. Эта шкала отградуирована в единицах от 0 до 300Вт. При переводе переключателя в положение HI каждое деление шкалы соответствуют 5 Вт при мощности до 10Вт, 10Вт при мощности от 10Вт до 100Вт и 25Вт при мощности от 100Вт до 300Вт. При установке переключателя в положение LO максимальное значение шкалы падающей мощности соответствует 30Вт, т.е. показания измерительного прибора необходимо поделить на 10.

Отражённая мощность отображается на правой шкале, обозначенной как REFLECTED. При выборе диапазона измерения мощности HI, максимальное значение измеряемой отражённой мощности составляет 60Вт. При выборе диапазона LO эта величина составляет 6Вт. Цена деления шкалы соответствует мощности 1Вт при входной мощности менее 10Вт и 5Вт при входной мощности более 10Вт.

Наиболее точное отображение мощности происходит в случае, когда стрелка находится в верхней части шкалы. При измерении мощности при неидеальном согласовании, величину отражённой мощности необходимо вычесть из величины падающей.

КСВ отсчитывается непосредственно по 11 красным кривым КСВ, диапазон которых от 1:1 до бесконечности. КСВ отображается в точке пересечения стрелок, отображающих падающую и отражённую мощность. Величина КСВ при этом отсчитывается с ближайшей к этой точке пересечения кривой КСВ. такой способ измерения лишён неудобств и временных затрат на регулировку чувствительности.

Измеритель мощности имеет встроенную лампу, подсвечивающую шкалу. Цепь подсветки требует применения внешнего источника питания 12В постоянного тока. Таким источником может быть, например, поставляемый отдельно MFJ-1312D. Гнездо питания на задней панели предназначено для подключения штекера коаксиального типа диаметром 2,1мм, центральный проводник которого имеет положительный потенциал, а экран – отрицательный. Отрицательный вывод гнезда соединён с точкой подключения заземления внутри тюнера. С помощью переключателя LAMP ON/OFF можно включить или отключить подсветку шкалы измерителя.

Установка и подключение

ВНИМАНИЕ

Располагайте тюнер таким образом, чтобы задняя панель была недосягаемой во время работы. На выводах тюнера во время работы присутствуют очень высокие напряжения.

1. Разместите тюнер в удобном положении на рабочем месте. В случае применения антенны «случайный провод» или симметричной линии связи на проходных изоляторах гнёзд может присутствовать высокое ВЧ напряжение. Это напряжение может вызвать серьёзные ожоги, в случае прикосновения к гнёздам во время передачи. **Убедитесь, что тюнер расположен таким образом, что исключается случайное касание антенных гнёзд или проводников линии снижения.**
2. Подключите тюнер между антенной и передатчиком. Используя коаксиальный кабель сопротивлением 50Ом (например, RG-8U), подключите передатчик к гнезду TRANSMITTER, находящемуся на задней панели тюнера.

3. Подключите кабель снижения антенны как указано далее:

Внимание

При неправильной установке положения переключателя Coax/Wire возможно повреждение тюнера и приведёт к снижению излучаемой антенной мощности.

А. Коаксиальную линию снижения подключите к коаксиальному гнезду, обозначенному ANTENNA. На передней панели выберите соответствующее положение переключателя Coax/Wire.

В. Антенна «Случайный провод» или однопроводные антенны необходимо подключать к верхнему гнезду, расположенному на задней панели тюнера. Приведите переключатель Coax/Wire, расположенный на передней панели тюнера, в положение Wire. Подключите заземление к выводу заземления, расположенному на задней панели тюнера.

Особое примечание

Тюнер обязательно должен быть подключен к системе ВЧ заземления при работе с антенной «случайный провод» или при работе с однопроводной антенной.

Примечание: во избежание получения ВЧ ожогов безопасно располагайте все однопроводные антенны.

С. Симметричные линии снижения (открытый провод, симметричные линии или двойные коаксиальные линии) должны быть подключены к гнездам BALANCED LINE.

4. Точка подключения заземления предназначена для подключения системы ВЧ заземления.

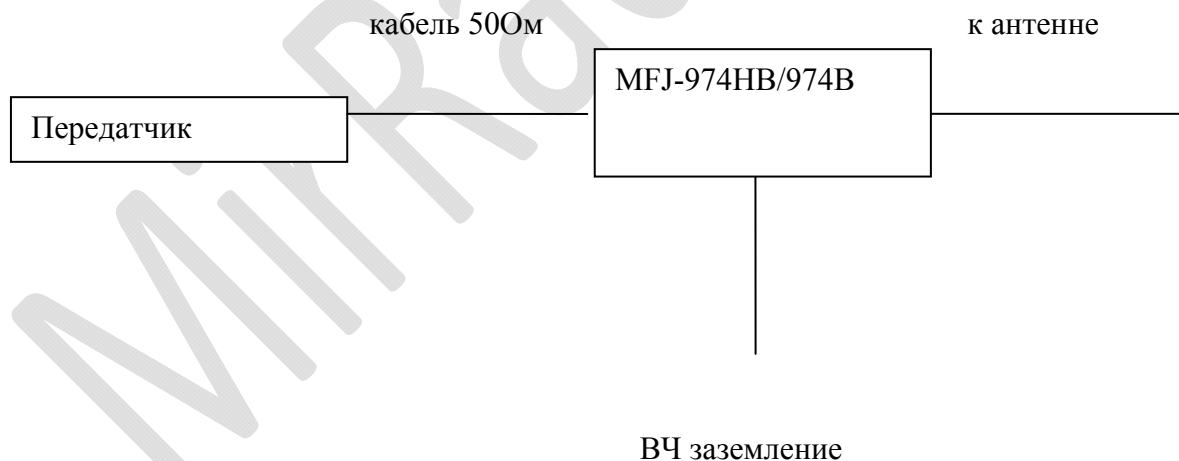


Рис.1 Структурная схема

Работа с прибором

Для получения максимально эффективной работы прибора в нём используется три катушки индуктивности. Удобство настройки в диапазоне 3,5МГц ... 30МГц обеспечивается благодаря отдельной катушке с высокой добротностью диаметром 2,5 дюйма. Для диапазона 160м (только MFJ-974HB) используется другая катушка индуктивности, изготовленная из провода с тефлоновым покрытием, намотанного на 2 сердечника из порошкового железа, которая подключается с помощью переключателя 160

METER, расположенного на передней панели. Переключение переключателя индуктивности, расположенного на передней панели, в положение L автоматически подключает единственную индуктивность (т.е. большая катушка просто шунтируется). Переключатель, находящийся в положении A, соответствует выбору максимальной индуктивности, а в положении L – минимальной. Индуктивность увеличивается при вращении переключателя по часовой стрелке.

Конденсаторы ANTENNA и TRANSMITTER имеют максимальную величину ёмкости в положении 0, минимальную ёмкость – в положении 10.

Максимальная эффективность тюнера обеспечивается при максимальной ёмкости (положение 0) и минимальной индуктивности (буква с самым большим порядковым номером). Под максимальной эффективностью понимается максимально передаваемая в нагрузку мощность, максимальная рабочая полоса частот и минимальные потери мощности. Задачей настройки является работа тюнера с минимальной добротностью согласующей LC-цепи.

При необходимости увеличить диапазон согласования тюнера, переведите переключатели ANTENNA и TRANSMITTER в положение с большим номером или переведите переключатель индуктивности на букву с меньшим порядковым номером. При этом помните, что это снижает эффективность тюнера и отдаваемую им мощность.

Процедура настройки

1. При необходимости согласования возбудителя или передатчика, проводите согласование на поглощающей нагрузке 50Ом.
2. Установите переключатели ANTENNA, INDUCTANCE и TRANSMITTER в положения, соответствующие положениям в таблице 1 (см Приложение). В этих положениях переключателей на приёмнике должны прослушиваться сигналы или хотя бы некоторый шум эфира.
3. Установите переключатель POWER в положение LO.
4. Подайте сигнал малой мощности (20 ...25Вт).
5. Вращайте переключатели ANTENNA и TRANSMITTER до получения максимально возможной падающей мощности и минимально возможной отражённой. Если невозможно получить только падающую мощность и ноль отражённой, переведите переключатель INDUCTOR в положение с меньшим порядковым номером буквы и повторно попытайтесь настроить тюнер. Если согласование и в этом случае не достигнуто, поверните переключатель INDUCTOR на 2 положения и повторите попытку.

Примечание: не переключайте переключатель INDUCTOR одновременно с подачей мощности на тюнер.

6. По достижении максимального уровня падающей мощности и нулевого уровня отражённой, переведите переключатель INDUCTOR в положение с большим порядковым номером буквы и повторно проведите процедуру настройки. Если согласовать нагрузку можно в двух различных положениях переключателя INDUCTOR, предпочтительнее выбирать положение переключателя с большим порядковым номером буквы (т.е. меньшее значение индуктивности).
7. Установите полную выходную мощность и при необходимости повторно проведите процедуру согласования.

8. Для удобства пользования тюнером запишите положения переключателей настройки конденсаторов и катушек индуктивности в таблицу 2 (см Приложение).

Примечание: Максимально возможная прикладываемая к тюнеру мощность возможна при переключателях ANTENNA и TRANSMITTER, установленных в положение с минимальным номером, и при переключателе INDUCTOR, установленном в положение с максимальным порядковым номером буквы, при котором ещё возможно согласование нагрузки. Выполнение данной рекомендации гарантирует возможность приложения максимальной мощности к тюнеру, эффективность согласования и простоту его настройки.

ВНИМАНИЕ:

- **запрещена эксплуатация тюнера со снятой крышкой. Прикосновение во время передачи к токоведущим частям, расположенным внутри тюнера может привести к болезненным ВЧ ожогам.**
- **запрещено устанавливать переключатель INDUCTANCE в любое положение одновременно с передачей. Переключение во время передачи выведет из строя данный переключатель.**
- **расположите тюнер таким образом, чтобы была исключена возможность прикосновения к гнездам, расположенным на задней панели прибора, так как на гнездах симметричной линии может присутствовать большое напряжение во время передачи.**
- **отключайте все антенны от тюнера перед грозой**
- **всегда проводите настройку прибора, подавая малую мощность (т.е. менее 100Вт); максимальную мощность подавайте по завершению процедуры настройки тюнера**
- **уменьшайте КСВ перед работой с полной мощностью; не работайте на передачу при высоком уровне КСВ продолжительное время.**

Данный тюнер разработан для достижения максимально возможного диапазона согласования, тем не менее, есть ограничения, обусловленные конечной величиной конденсаторов согласующей цепи. В некоторых случаях может понадобиться больше или меньше ёмкости, чем возможно установить практически. В этих случаях, вероятно, не удастся получить КСВ 1:1. Если полученный КСВ больше, чем тот, с которым может работать Ваше оборудование, попытайтесь изменить размеры антенны или линии снижения.

Если на конденсаторах согласующей цепи происходит пробой при работе в диапазоне 160м, уменьшите подаваемую на тюнер мощность.

Точки подключения заземления

Для уменьшения излучения радиочастотных помех однопроводные линии питания (подобные используемым с антеннами типа Windom или «длинный луч») должны располагаться как можно дальше от других проводов. Излучение таких линий связи будет минимальным, если однопроводная линия связи расположена параллельно и довольно близко к проводам, подключённым к наружному заземлению. Провод линии связи должен иметь надёжную изоляцию для предотвращения случайного контакта с токоведущей частью и для предотвращения электрических пробоев.

ВНИМАНИЕ

Для обеспечения безопасности оператора к корпусу тюнера MFJ-974HB/974B должна быть подключена надёжная система заземления (наружная или от водопроводных труб). Обязательно подключите защитное заземление также к передатчику и другому оборудованию на рабочем месте оператора. Подключение осуществляется с помощью резьбового соединения GROUND.

Для безопасной работы используйте хорошее заземление по постоянному току и токам ВЧ. Особенно важно иметь хорошее ВЧ заземление при работе на однопроводную линию связи. При работе с такой линией тюнеру необходим потенциал, относительно которого ток потечёт в линию. Если нет возможности использовать хорошее ВЧ заземление, токи ВЧ обычно начинают проникать обратно в силовые цепи, передатчик, звуковые цепи передатчика (ВЧ обратная связь) и даже на тело оператора (вызывая ожоги).

Металлические водопроводные трубы и штыри заземления обеспечивают хорошее заземление по постоянному и переменному (50Гц) току. Но, как правило, они обеспечивают плохое заземление по ВЧ, так как являются одиночными проводниками. Штыри заземления, как правило, бесполезны для заземления ВЧ токов.

ВЧ заземление работает гораздо эффективнее при разнесении металлических предметов на большой площади, особенно если все эти металлические предметы (или многие из них) имеют прямой контакт с заземляемым оборудованием. Металлические водопроводные трубы, батареи отопления и заборы могут быть заземлением, если они соединены между собой множеством проводов. Но наилучшее ВЧ заземление представляет собой система радиалов или противовесов. С их помощью можно обеспечить большую площадь с малым сопротивлением токам ВЧ.

ВЧ токи и токи, вызванные воздействием молнии, протекают только по поверхности проводников. Провода в экране или витые провода обладают высоким сопротивлением по отношению к токам, протекающим по поверхности. Проводники ВЧ заземления должны иметь большую и гладкую площадь поверхности. Избегайте применения экранированных или витых проводников в системах ВЧ заземления (за исключением случаев, когда требуется обеспечить гибкость соединения).

Полезные советы

Расположение

Для эффективной работы однопроводная антенна должна иметь длину не менее четверти длины волны. Размер горизонтальных диполей должен составлять не менее половины длины волны и располагаться они должны как можно выше и на открытом пространстве. Хотя ВЧ заземление и улучшает характеристики антенн практически во всех случаях, наиболее важно иметь хорошее ВЧ заземление при работе на антенну «длинный провод» и ей подобные однопроводные антенны.

Проблемы согласования

Больше всего проблем доставляет случай, когда система антенна-фидер имеет очень большое сопротивление в точке подключения тюнера. Если сопротивление антенны гораздо меньше сопротивления фидера, можно применить четвертьволновый трансформатор: фидер, длиной кратной четверти длины волны, умноженной на нечётный

коэффициент. В этом случае, сопротивление в месте подключения тюнера будет существенно выше. Подобная проблема возникает и в случае, когда антенна имеет очень высокое сопротивление по сравнению с фидером, а длина фидера кратна половине длины волны. Фидер такой длины «повторяет» сопротивление антенны в точке подключения тюнера. неправильный выбор линии снижения и антенны может привести к невозможности согласовать даже самую прекрасную антенну.

Выполнение следующих рекомендаций позволит Вам избежать трудностей с согласованием антенны.

- Никогда не подключайте кабель снижения с высоким сопротивлением и длиной четверть волны (или длиной четверть волны, умноженной на нечётный коэффициент) к полуволновой многодиапазонной антенне центрального питания.
- Никогда не подключайте кабель снижения длиной кратной половине волны рабочего диапазона к волновой антенне центрального питания.
- Если тюнер не может согласовать многодиапазонную антенну, увеличьте или уменьшите линию снижения на $1/8$ длины волны того диапазона, где отсутствует согласование. Попробуйте согласовать повторно.
- Не пытайтесь работать с антеннами G5RV или диполем центрального питания на частотах, где размеры антенны меньше половины волны. Если необходимо работать антенной на диапазон 80м в диапазоне 160м, подайте сигнал на один из проводов линии снижения (или одновременно на оба) относительно земли. Для того, чтобы избежать проблем согласования или проблем при питании дипольных антенн высокоомной однопроводной линией связи, соблюдайте указанные далее размеры; худший случай указан в таких [скобках]

160м диполь: 35-60, 170-195 или 210- 235 футов	избегайте[130, 260 футов]
80м диполь: 34-40, 90-102 или 160-172 фута	избегайте [66, 135, 190 футов]
40м диполь: 42-52, 73-83 или 145-155 футов	избегайте [32, 64, 96, 128 футов]

При работе на ВЧ диапазонах в некоторых случаях может быть необходимо добавить или укоротить линию связи.

ВНИМАНИЕ

В случае применения многодиапазонной дипольной антенны она должна иметь длину не менее половины волны самого низкочастотного диапазона. Не выполнение этого условия при питании обычным способом приведёт к огромному реактивному сопротивлению и очень малому активному в точке подключения тюнера. Примером такого неудачного случая может служить полуволновой диполь диапазона 80м (или даже короче) при работе на диапазоне 160м. При необходимости работать на НЧ с помощью короткого диполя лучшим способом будет питание диполя по одному или сразу нескольким проводам снижения (как длинный провод). Получившаяся таким образом антенна называется Т-антенна. Сигнал на неё подаётся относительно шины заземления радиостанции.

Приложение

Рекомендованная таблица настройки симметричных антенн

Таблица 1

Frequency (MHz)	Antenna	Inductance	Transmitter	Load
1.8	0	L	2	25
1.8	0	B	0	50
1.8	2	L	0	600
2.0	2.5	L	3.5	25
2.0	4	B	3	50
2.0	4	L	2.5	600
3.5	2	E	3.5	25
3.5	0	E	0	50
3.5	0	E	0	600
3.75	1.5	E	3	25
3.75	2	E	2	50
3.75	2	E	1.5	600
4.0	0	F	0	25
4.0	1	F	0	50
4.0	1	F	1	600
7.15	0	I	2.5	25
7.15	1	I	0	50
7.15	1.5	I	1.5	600
10.1	0	K	2.5	25
10.1	1	K	0	50
10.1	0	K	1	600
14.2	3	L	4	25
14.2	4	L	3	50
14.2	4	L	3	600
18.1	6.5	L	7.5	25
18.1	6	L	6	50
18.1	7	L	7	600
21.2	7.5	L	7.5	25
21.2	7.5	L	7.5	50
21.2	7	L	7.5	600
24.9	8.5	L	8.5	25
24.9	8.5	L	8.5	50
24.9	9	K	8	600
28.5	8.5	L	9	25
28.5	9	L	9	50
28.5	8.5	L	8	600
50.1	7.5	A	2.5	25
50.1	7	A	6.5	50
50.1	7	B	8.5	600

Frequency (MHz)	ANTENNA	INDUCTOR	TRANSMITTER
1.8			
3.5			
7			
10.1			
14			
18			
21			
24			
28			
50			