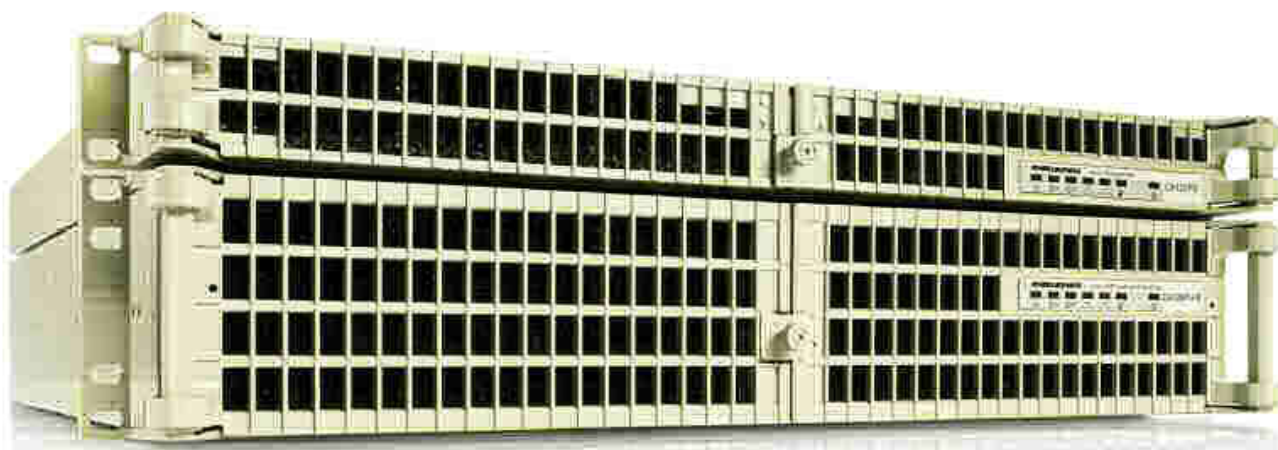


R&S® CA120

Многоканальный анализ сигналов



4102.1046.02 – 01

1 Характеристики

1.1 Общее описание

R&S CA120 представляет собой гибкое решение для автоматического детектирования, классификации и обработки радиокоммуникационных сигналов. R&S CA120 поддерживает широкий спектр применений от ручной обработки и анализа отдельных сигналов до полностью автоматического распознавания и обработки сигналов в широкодиапазонном сценарии.

Приложения R&S CA120 имеют модульную, легко обслуживаемую архитектуру, предусматривающую подключение процессорных устройств обработки сигналов соединены к передовым мониторинговым приемникам Rohde & Schwarz. По требованию пользователя мощный классификатор автоматически определяет технические параметры сигналов и передает измеренные параметры на демодулятор/декодер или модуль определения системы передачи. Если тип сигнала распознан, его содержимое извлекается и сохраняется. Сигналы, классифицированные как неизвестные, можно записывать в цифровом виде для более углубленного анализа.

Обычный детектор энергии дополнен высокопроизводительным детектором спектральной формы, что повышает эффективность поиска и распознавания сигнала. Имеется возможность создания автоматических отчетов о сигналах, а также записи и демодулирования/декодирования сигналов в зависимости от типа сигнала. Множественные сигналы и широкодиапазонные сценарии сигналов можно одновременно записывать в виде цифровой промежуточной частоты (IF) и обрабатывать позднее во время воспроизведения записи. При сложных сценариях сигналов оператор может вручную вмешиваться в обработку сигналов.

Основные особенности R&S CA120:

- Автоматический перехват и мониторинг полных сценариев сигналов
- Мощный классификатор и обширная библиотека обработки сигналов с демодуляторами и декодерами
- Конфигурируемое детектирование фиксированной частоты, импульсных сигналов и кратковременных сигналов с быстрой перестройкой частоты, с последующей автоматической обработкой детектированных сигналов (включая извлечение содержимого в зависимости от типа сигнала)
- Обработка широкополосных сценариев сигналов
 - HF: до 20 МГц на один приемник
 - VHF/UHF: до 80 МГц на один приемник
- Модульная расширяемость от одноканальной до n-канальной обработки сигналов ($n > 100$)
- Открытый интерфейс для независимого пользовательского расширения возможностей обработки сигналов и встраивания в уже имеющиеся системные решения
- Продвинутые возможности интеграции и автоматизации в сочетании с R&S RAMON.

1.2 Канальная обработка

1.2.1 Одноканальная и многоканальная обработка (SCP и MCP)

R&S CA120 можно использовать в двух режимах:

- одноканальная обработка (SCP, Single Channel Processing)
- многоканальная обработка (MCP, Multi Channel Processing)

В каждом режиме:

- тюнер конфигурируется на ширину полосы и центральную частоту, отвечающие интересующему пользователя сценарию
- тюнер предоставляет образцы данных промежуточной частоты (IF)
- данные IF из тюнера можно либо обрабатывать сразу, либо записывать и обрабатывать позднее
- данные IF обрабатываются процессорами фиксированной частоты (FFP)
- процессор FFP выполняет различные функции обработки сигналов (т. е. вычисление БПФ, классификацию, демодуляцию и декодировку)

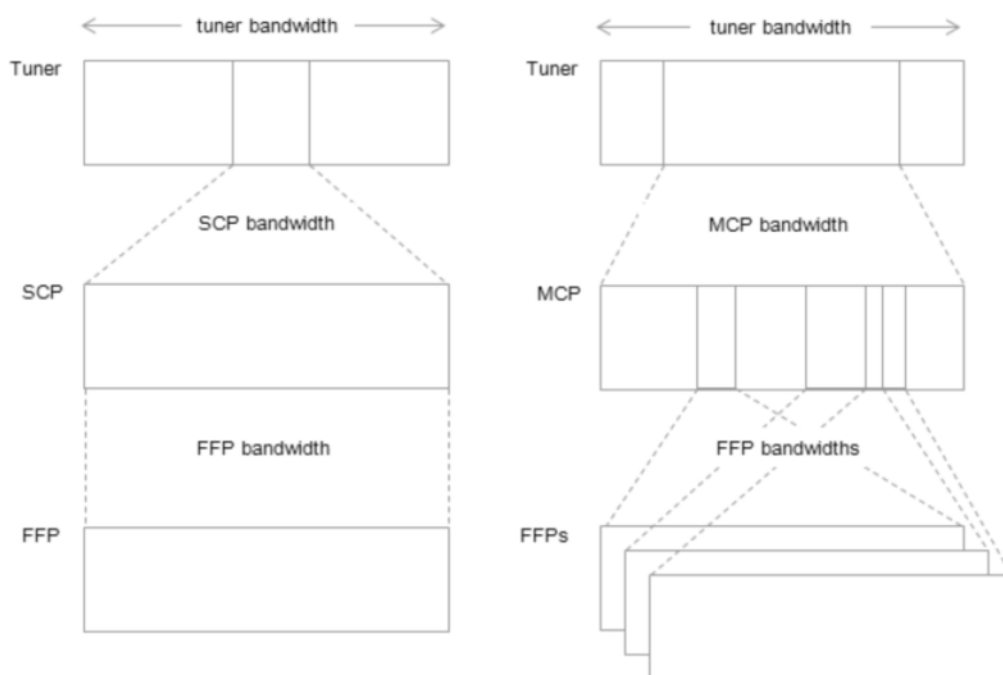


Рис. 1-1: Одноканальная и многоканальная обработка

- Как видно на рисунке выше, при одноканальной обработке (SCP) используется одиночный процессор FFP, а при многоканальной обработке (MCP) могут использоваться различные FFP. Ясно, что случаи применения SCP и MCP различны. Одноканальную обработку (SCP) оператор может использовать для ручного анализа определенного узкополосного сценария. При SCP оператор может быстро сконфигурировать (или переконфигурировать) ширину полосы и центральную частоту SCP, выбрать

демодуляторы, декодеры и т. п., то есть оператор имеет полный контроль над всем процессом.

- Многоканальную обработку (MCP) оператор может использовать для автоматического анализа широкополосного сценария. При MCP оператор конфигурирует ширину полосы MCP и количество используемых FFP. R&S CA120 автоматически детектирует сигналы, имеющиеся в сценарии, и присваивает FFP для их классификации и обработки. Таким образом, оператор указывает интересующий его сценарий, однако не управляет процессом анализа.



В зависимости от аппаратуры и имеющихся лицензий, в многоканальную обработку MCP могут быть вовлечены до 32 FFP. Как показано на рисунке, для каждого FFP необходимы индивидуальные узкополосные входные данные в виде IF. Эти данные поставляются цифровыми понижающими преобразователями частоты (DDC). Такой метод подготовки сигналов обозначается термином "программное ускорение".

Как уже упомянуто выше, в MCP заложена функциональность автоматического детектирования эмиссий и управления процессорами FFP. Эту функциональность можно использовать и при SCP. Темам детектирования и классификации посвящены следующие разделы.

1.2.2 Детектирование и классификация обычных и импульсных сигналов

Процессы детектирования и классификации сигналов можно коротко описать следующим образом:

- Обычный детекторный модуль вырабатывает перечень эмиссий, имеющихся в данных I/Q (из тюнера или в записи).
- Для высокопроизводительного анализа детектированных эмиссий можно использовать спектральный детектор формы.
- Эмиссию можно передать на модуль классификатора, в котором она может быть охарактеризована (в отношении ее радиопараметров) и классифицирована.



Результаты классификации можно отобразить для оператора или сохранить для дальнейшей обработки (например, воспроизведения в R&S CA120 или последующей обработки в другой системе).

На рисунке ниже показан широкополосный сценарий. Многие эмиссии занимают полосу шириной 300 кГц. Некоторые эмиссии являются непрерывными, другие состоят из импульсов. Оператор может использовать одноканальную обработку (SCP) для анализа любой из этих эмиссий (вручную или автоматически) или

многоканальную обработку (MCP) для автоматического анализа всех эмиссий сразу.

В нижней части рисунка показана таблица с перечнем детектированных сигналов и информацией о параметрах, предоставленной классификатором.

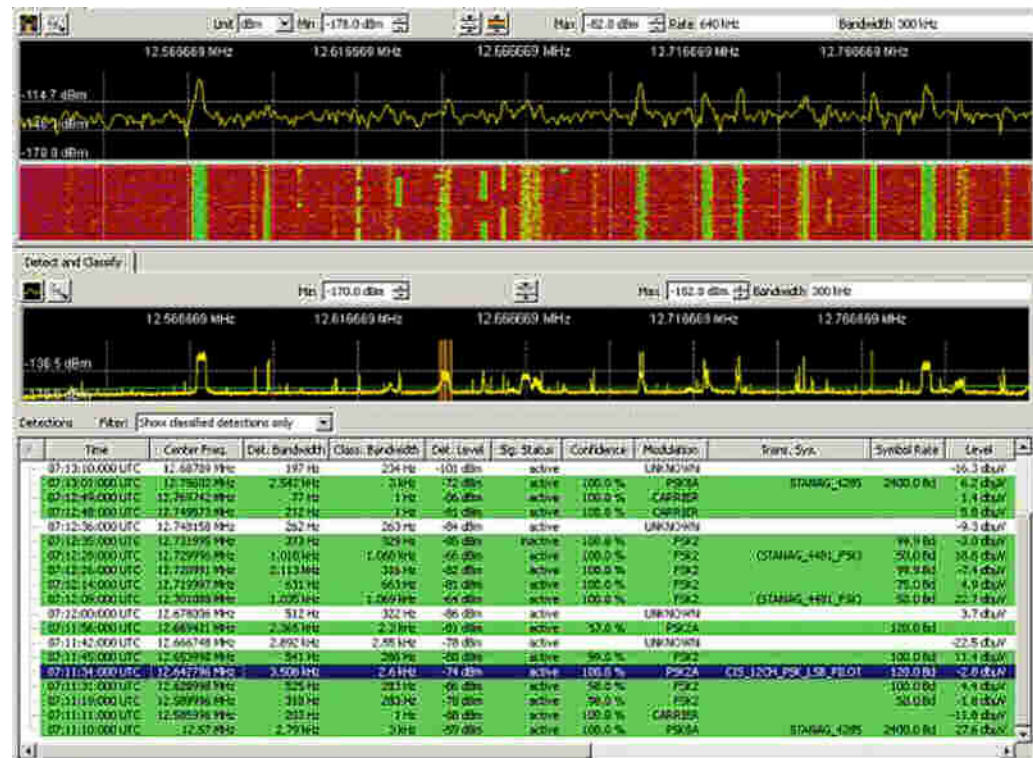


Рис. 1-2: Таблица результатов классификации

Оператор может оценить результаты классификации и принять решение о дальнейших действиях. Например, он может вручную выбрать сигналы из перечня детектированных/классифицированных сигналов и запустить демодуляцию/декодирование на основе измеренных параметров.



В сценариях, в которых определенные сигналы или диапазоны частот сочтены "не представляющими интерес", имеется возможность сконфигурировать перечень диапазонов частот, которые детектор должен игнорировать.

R&S CA120 поддерживает и полностью автоматизированную обработку сигналов (см. следующие разделы).

1.2.3 Автоматический мониторинг широких диапазонов частоты

Благодаря возможности автоматического детектирования и классификации сигналов, а также масштабируемости самой системы, можно перехватывать сигналы и осуществлять мониторинг сценариев в широких диапазонах частоты.

Сигналы, для которых имеются демодулятор и декодер, интерпретируются как "известные" сигналы. R&S CA120 может извлекать содержимое таких сигналов и составлять о них отчет.

Если обнаружены неизвестные сигналы, классификатор позволяет автоматически распознавать используемый тип модуляции и систему передачи.



Рис. 1-3: Результаты классификации, на основе которых могут запускаться процессы автоматического производства (AP)

R&S CA120 позволяет комбинировать автоматическое детектирование и классификацию с полностью автоматизированной обработкой сигналов (демодуляцией, декодирований, записью). Этот автоматизированный рабочий процесс основывается на системе правил и независимо управляет обработкой соответствующих сигналов. Этот процесс обозначается термином "**Automatic Production**" (AP, "автоматическое производство") и является ключевым процессом автоматизированного мониторинга широких диапазонов частоты.

Например, в сценарии с шириной полосы 300 кГц, показанном на рисунке выше, он может быть полезен для активации записи сигналов 1, 2 и 3. Сигнал 3 является неизвестным, а для сигналов 1 и 2 распознан только тип модуляции. У сигнала 4 распознается система передачи, после чего может быть запущено декодирование (при условии, что имеется подходящий декодер).

1.2.4 Автоматическое детектирование кратковременных сигналов со скачкообразной перестройкой частоты

Способность контролировать широкие диапазоны частоты особенно полезна для детектирования кратковременных сигналов передач, использующих скачкообразную перестройку частоты.

Скачкообразная перестройка частоты (frequency hopping, FH) – это процесс, используемый многими приемопередатчиками для затруднения перехвата и уменьшения влияния помех, связанных со специфическими частотами. Обычно несущая частота изменяется после каждого импульса/кадра. Это означает, что содержимое модулирующего сигнала разбрасывается по некоторой полосе, ширина которой определяется самой низкой и самой высокой из используемых частот.

На рисунке ниже показан сигнал, предположительно являющийся сигналом со скачкообразной перестройкой частоты.

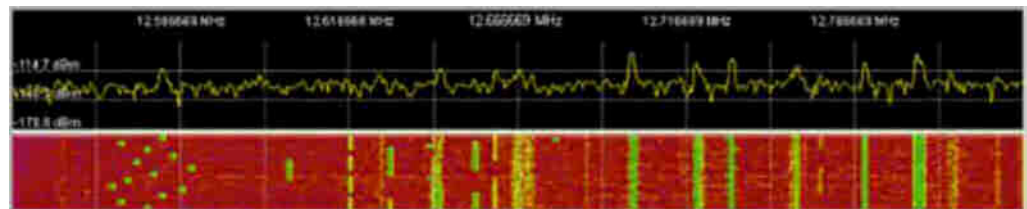


Рис. 1-4: Сценарий с различными типами сигналов

Для детектирования сигналов со скачкообразной перестройкой частоты необходима многоканальная обработка (MCP) в полосе, ширина которой достаточна для охвата всех частот, используемых устройством скачкообразной перестройки.

В принципе, R&S CA120 делает ряд снимков сценария, которые затем обрабатываются алгоритмом, выявляющим кратковременные сигналы. Результаты детектора комбинируются и статистически анализируются. После этого выдается сообщение о вероятных сигналах со скачкообразной перестройкой.

1.3 Архитектура

1.3.1 Обзор

В R&S CA120 основные функции обработки сигналов сгруппированы по 3 приложениям (DCP, DSC и FFP), как это показано на рисунке ниже:

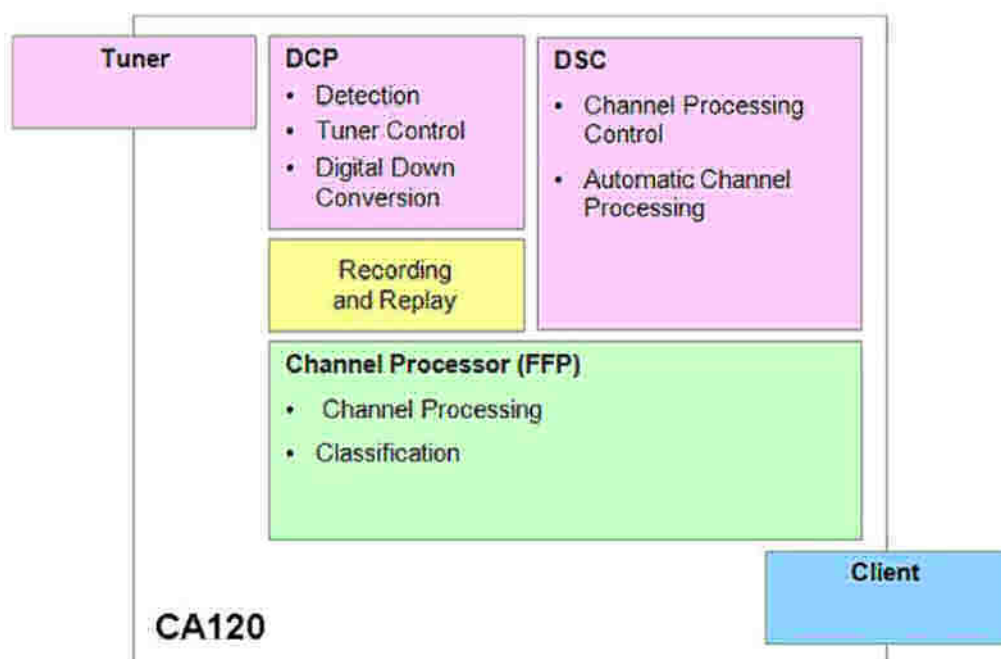


Рис. 1-5: Блок-схема приложения CA120

Благодаря модульной структуре и простоте конфигурирования программы R&S CA120 ее можно точно приспособить к специфическим требованиям пользователя. Пользователь может выбрать количество одновременно обрабатываемых каналов и требуемую глубину обработки: классификация, демодуляция, декодирование.

Эти пункты проиллюстрированы следующей блок-схемой типичной системы R&S CA120.

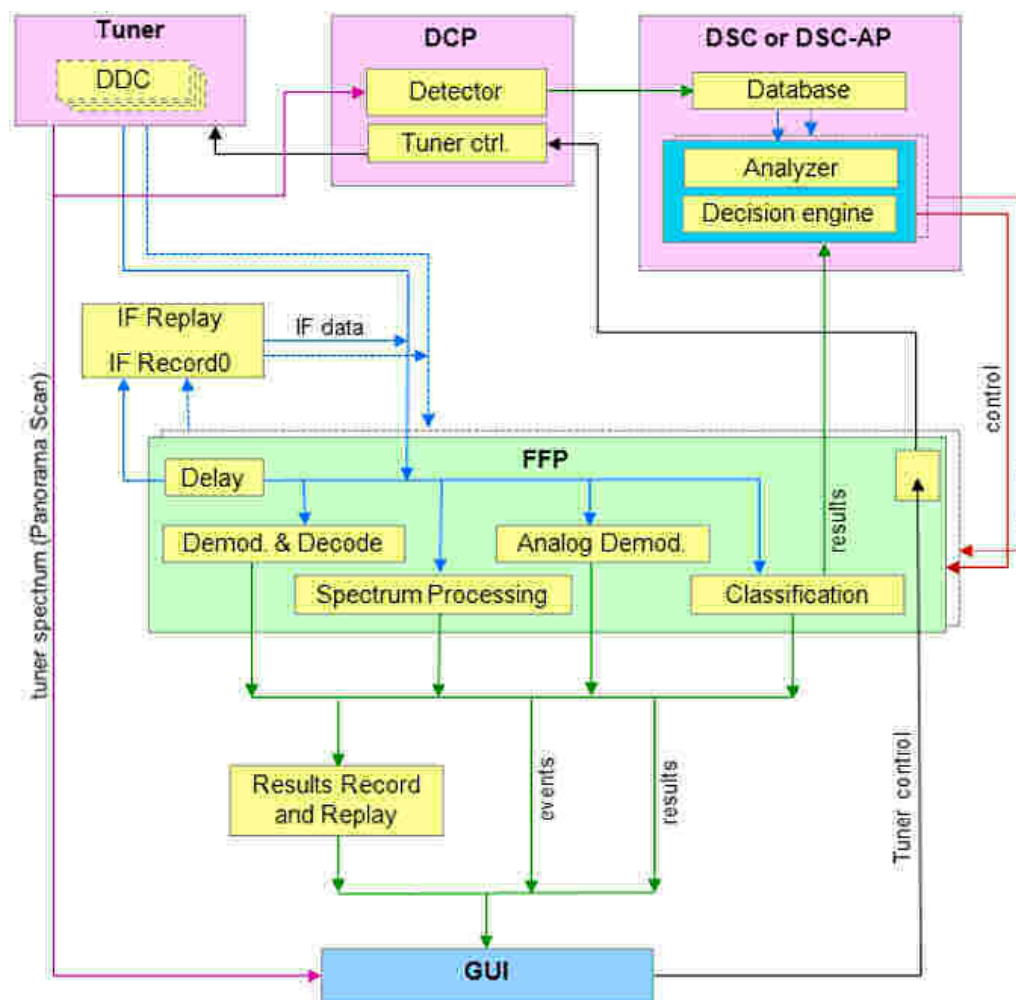


Рис. 1-5: Типичная архитектура системы R&S CA120

Как видно в вышеприведенном примере, R&S CA120 подключается к одному или нескольким продвинутым мониторинговым приемникам или пеленгаторам Rohde & Schwarz®. Перечень подходящих мониторинговых приемников и пеленгаторов, а также поддерживаемые базовые полосы сигналов I/Q см. на листе данных R&S CA120.



Так как R&S CA120 широко использует функциональность тюнера, заложенную в подключаемых приемниках, в графическом пользовательском интерфейсе используется термин "тюнер". Например, этот термин используется в стыкуемых окнах, на закладках, в конфигурационных диалогах и т. п. По этой причине в документации подключаемые приемники также обозначаются термином "тюнеры".

1.3.1.1 Возможности расширения системы

Систему с R&S CA120 можно наращивать различными способами в зависимости от прогнозируемых случаев использования системы. Например, если предполагается работа с интенсивным участием операторов (например, ручной мониторинг определенной полосы), то для этого могут понадобиться несколько клиентских станций. Если же нужна система для полос большой ширины, то для нее потребуется большое количество процессоров FFP (которые, в свою очередь, могут потребовать дополнительных процессоров и запоминающих устройств), а также различные тюнеры.

Обычно необходимость расширения системы обусловлена одной из двух основных причин:

- Функциональность, т. е. необходимость добавления новых функций.
Например:
 - требуется автоматизировать ручные процессы
 - требуется расширить мониторинг обычных сигналов, чтобы он охватывал и устройства скачкообразной перестройки частоты
 - мониторинг ВЧ-диапазона (HF) требуется дополнить диапазонами VHF/UHF.
- Миссия, т. е. некоторое изменение назначения системы
 - фундаментально изменилось основное назначение
 - расширился охват миссии, т. е. возрос ее масштаб.

1.3.2 Модули

Модульная структура R&S CA120 позволяет в любое время добавлять дополнительные опции. Это означает, что систему можно со временем расширять в соответствии с изменившимися потребностями пользователя.

Цифровой каналный процессор (DCP) в R&S CA120

R&S CA120DCP поддерживает одноканальную и многоканальную подачу входной информации в каналы R&S CA120FFP. Кроме того, R&S CA120DCP предоставляет общий интерфейс для параметризации источников сигналов базовой полосы (например, современных мониторинговых приемников Rohde & Schwarz®). В состав R&S CA120DCP входит мощный детектор для сканирования или мониторинга диапазонов частоты, автоматически детектирующий как сигналы на фиксированной частоте, так и импульсные сигналы.

Обработка фиксированной частоты (FFP) в R&S CA120

R&S CA120FFP является центральным каналом обработки сигналов в R&S CA120 и используется почти во всех случаях применения. Благодаря ясному входному и выходному интерфейсу, R&S CA120FFP удобен для индивидуального использования.

R&S CA120FFP выполняет следующие основные функции:

- управление приемником
- обработка сигналов для их визуальной презентации и аудиовывода
- цифровая запись и воспроизведение
- ручное измерение сигналов
- мощный классификатор
- ручная или автоматическая параметризация демодуляции и декодировки (поддерживаемая обширной библиотекой систем передачи, состоящей из универсальных демодуляторов, декодеров и систем передачи)

Детектирование, поиск и классификация (DSC) в R&S CA120

Автоматический детектор сигналов в R&S CA120DSC непрерывно детектирует сигналы и поставляет их во внутреннюю базу данных. Имеется возможность добавлять классификаторы, чтобы после детектирования автоматически распознавался тип модуляции и система передачи каждого сигнала. Перед классификацией детектированных сигналов им можно присвоить приоритеты с помощью скриптов.

Детектирование скачкообразных перестроек частоты (FH) в R&S CA120

R&S CA120FH позволяет автоматически детектировать кратковременные сигналы со скачкообразной перестройкой частоты.

Одноканальная обработка R&S CA120FFP

Канал обработки перехвата R&S CA120FFP (fixed frequency processing) конфигурируется на одноканальную обработку сигнала. Источником сигнала служит мониторинговый приемник, пеленгатор, цифровой понижающий преобразователь частоты (DDC) или запись. R&S CA120FFP осуществляет расчет спектра, аудиодемодуляцию и временной анализ, а также предоставляет интерфейс для записи и воспроизведения сигналов. Тем самым образуется полнофункциональное решение для перехвата аналоговых сигналов (например, голосовых).

Многоканальная обработка R&S CA120MCP

R&S CA120MCP (многоканальная обработка) обеспечивает параллельную обработку максимум четырех каналов R&S CA120MCP получает (широкополосный) базовый цифровой сигнал из мониторингового приемника, пеленгатора или записи, вычисляет спектр и выделяет требуемое количество преобразователей DDC. Преобразователи DDC могут настраиваться вручную пользователем или автоматически автоматизированным приложением для одновременной обработки сигналов сценария (классификации, демодуляции,

декодировки, записи). Для этой цели вслед за каждым DDC подключен один канал обработки сигналов R&S CA120FFP.

Детектор сигналов R&S CA120DSC

Автоматический детектор сигналов R&S CA120DSC (DSC = "detect, search, classify", "детектирование, поиск и классификация") работает в сочетании с R&S CA120MCP и непрерывно поставляет перечень обнаруженных сигналов. Детектору можно присвоить каналы обработки перехвата с классификаторами, чтобы после обнаружения каждого сигнала происходило автоматическое распознавание типа модуляции и системы передачи. Чем больше классификаторов работают одновременно, тем более эффективно перехватывается и контролируется сценарий сигналов. Максимальное количество классификаторов, с которыми детектор может работать одновременно, определяется количеством имеющихся каналов обработки перехвата R&S CA120FFP.

Автоматическое производство R&S CA120AP

R&S CA120AP сочетает автоматическое детектирование и классификацию с полностью автоматизированной обработкой сигналов (демодуляцией, декодирований, записью).

Для этой цели пользователь устанавливает набор правил, на основе которых для каждого сигнала автоматически и независимо выполняются следующие действия:

- Извещение о событии: типы сигналов, представляющие особый интерес, задаются определенными техническими параметрами. Сразу после распознавания такого сигнала пользователь извещается об этом событии.
- Запись: для последующей обработки сохраняется снимок сигнала предопределяемой длительности. Цифровые данные I/Q сохраняются на устройстве записи/воспроизведения.
- Демодуляция или демодуляция/декодирование: если в библиотеке программы R&S CA120 имеются демодуляторы/декодеры для распознанной системы передачи, то этим демодуляторам/декодерам присваиваются измеренные параметры и они запускаются. Содержимое сигнала извлекается и сохраняется. Максимальную длительность снимка содержимого можно выбрать заранее.

С течением времени пользователь может "вырасти", или могут появиться новые требования к R&S CA120. Благодаря модульной структуре R&S CA120, приложения можно в любое время модифицировать (например, каналы обработки R&S CA120FFP, классификаторы R&S CA120CL и устройства записи/воспроизведения R&S CA120REC).

В зависимости от характера и объема функционального расширения R&S CA120, в некоторых случаях может понадобиться установить дополнительные процессорные устройства обработки сигналов R&S CA120PU-S или R&S CA120PU.

1.3.3 Специфические клиентские и пользовательские расширения

R&S CA120 поддерживает различные мониторинговые приемники и пеленгаторы Rohde & Schwarz® и располагает обширной библиотекой универсальных демодуляторов, декодеров и систем передачи. Более того, пользователь может программировать собственные модули обработки сигналов и встраивать их в R&S CA120. Для этой цели система R&S CA120 оснащена открытым, задокументированным прикладным программным интерфейсом (API), позволяющим разрабатывать пользовательские модули на основе собственного опыта и ноу-хау для полного решения своих задач.

Для встраивания пользовательских модулей программа R&S CA120 предоставляет интерфейс C++. Внутри пользовательских модулей могут иметься компоненты, написанные и на других языках программирования (например, Си и Матлаб).

Ниже более подробно пояснено каждое из возможных расширений:

- Управление приемником

Пользовательский модуль может представлять собой, например, драйвер для стороннего мониторингового приемника. Такой драйвер конвертирует команды R&S CA120 для управления приемником в команды, понимаемые другим приемником, а также преобразует цифровые данные I/Q в базовой полосе, поставляемые приемником, в формат, пригодный для обработки в R&S CA120.

- Универсальный демодулятор

Пользовательский модуль может расширять универсальную библиотеку демодуляторов, прилагаемую к R&S CA120. На основе потока данных I/Q модуль выполняет демодуляцию и генерирует поток символов для дальнейшей обработки.

- Декодирование

Пользовательский модуль может расширять библиотеку декодеров, прилагаемую к R&S CA120. Используя универсальный демодулятор в R&S CA120, пользовательский модуль действует в качестве декодера, т. е. он декодирует демодулированный поток символьных данных и извлекает их информационное содержание. Это применимо к системам передачи, которые имеют фиксированные параметры модуляции, однако различающиеся типы кодировки содержимого. Кроме того, пользовательский модуль может расширять системы передачи, распознаваемые классификатором.

- Система передачи

Пользовательский модуль может расширять библиотеку декодеров, прилагаемую к R&S CA120. Он действует в качестве независимого декодера, демодулируя/декодируя поток данных I/Q из мониторингового приемника и извлекая содержимое. Это необходимо для тех типов сигналов, для которых не может быть найдено решение на основе универсального демодулятора и декодера. В частности, это относится к адаптивным системам передачи (например, CLOVER 2000 и PACTOR-III), в которых определенная

информация в декодируемом потоке данных должна вызывать непосредственные изменения в настройках демодулятора, а также к системам передачи, требующим специфического выравнивания частотной характеристики или синхронизации (например, STANAG 4285).

- **Классификация**

Вместо универсального модуля демодулятора пользователь может встроить модуль классификации сигналов. Этот пользовательский модуль действует в качестве устройства, распознающего тип модуляции и систему передачи, в дополнение к классификатору, предоставленному фирмой Rohde & Schwarz®.

Учитывайте, что результаты обработки, поступающие из этого демодулятора, не оцениваются приложением DSC.

1.3.4 Встраивание в уже имеющиеся системы

Системные интеграторы могут использовать программное обеспечение R&S CA120 в качестве программируемой подсистемы детекторов. Вместе с другими компонентами детектирования (антеннами, мониторинговыми приемниками, пеленгаторами и группами датчиков R&S GX400) его можно использовать в качестве центрального компонента перехвата в системах R&S RAMON. Помимо уже имеющегося выбора опций для R&S CA120, возможности и диапазон применений этого программного обеспечения будут и далее расширяться будущими дополнениями.

R&S CA120 имеет интерфейсы для подключения большого количества передовых мониторинговых приемников и пеленгаторов Rohde & Schwarz®.

Более того, R&S CA120 имеет открытый интерфейс, позволяющий встраивать специфические пользовательские каналы обработки сигналов (драйверы для приемников, классификаторы, демодуляторы, декодеры).

Для встраивания в существующие системные решения пользователя в программном обеспечении R&S CA120 имеется задокументированный интерфейс для разработки пользовательского контроллера.

Signal analysis options

R&S®CA120FFP option

Option for fixed frequency processing

Demodulator	Pseudonym	Frequency band	Value range/comment
CW		HF	bandwidth > 150 Hz
AM DSB-TC	A3E	HF	bandwidth > 150 Hz
		VHF/UHF	bandwidth > 150 Hz; also supports demodulation of ATIS-AIR
AM DSB-TC-ISB	A3E	HF	bandwidth > 150 Hz
		VHF/UHF	bandwidth > 150 Hz
AM SSB-LSB	J3E (LSB)	HF	bandwidth > 150 Hz
		VHF/UHF	bandwidth > 150 Hz
AM SSB-USB	J3E (USB)	HF	bandwidth > 150 Hz
		VHF/UHF	bandwidth > 150 Hz
FM	F3E	HF	bandwidth > 150 Hz
		VHF/UHF	bandwidth > 150 Hz

R&S®CA120DM option

Option for demodulation of digital signals

Demodulator	Pseudonym	Value range/comment
ASK2		6.66 < sample rate/ baud rate < 5333.33
FSK2		sideband: LSB, USB; block cycle: 0 s to 3 s; block length: 0 s to 2 s; variant: auto, discriminator, matched filter dependencies: 6.66 < sample rate/ baud rate < 1600; 0.5 ≤ shift/ baud rate ≤ 25 also supports demodulation of STANAG 4281 FSK signals
FSK4		sideband: LSB, USB; block cycle: 0 s to 3 s; block length: 0 s to 2 s; variant: auto, discriminator, matched filter dependencies: 6.66 < sample rate/ baud rate < 1600; 0.5 ≤ shift(i)/ baud rate ≤ 25, i = 0, 1, 2
MSK		sideband: LSB, USB; block cycle: 0 s to 3 s; block length: 0 s to 2 s; variant: discriminator dependencies: 6.66 < sample rate/ baud rate < 1600
PSK2 A/B	BPSK = PSK2A, π/2-BPSK = PSK2B	sideband: LSB, USB; FFE_Order: 1 to 48 dependencies: 2.05 < sample rate/ baud rate < 1600
PSK4 A/B	QPSK = PSK4A, π/4-QPSK = PSK4B	sideband: LSB, USB; FFE_Order: 1 to 48 dependencies: 2.05 < sample rate/ baud rate < 1600
PSK8 A/B		sideband: LSB, USB; FFE_Order: 1 to 48 dependencies: 2.05 < sample rate/ baud rate < 1600
QAM16		dependencies: 5 < sample rate/ baud rate < 1024 ¹
QAM64		dependencies: 5 < sample rate/ baud rate < 1024 ¹

¹ Demodulation without equalizer. Demodulation is coherent with 90° ambiguity. For further processing in a decoding module the soft decision symbols are to be used.

Demodulator	Pseudonym	Value range/comment
QAM256		dependencies: 5 < sample rate/ baud rate < 1024 ²
OQPSK		sideband: LSB, USB; dependencies: 2.05 < sample rate/ baud rate < 1600 ³
AM-FSK2		baud rate: 800 Bd to 2400 Bd; primary modulation bandwidth: 8333 Hz, 10000 Hz, 12500 Hz, 20000 Hz, 25000 Hz; sideband: LSB, USB; subcarrier frequency: 0 Hz to 3000 Hz; variant: auto, discriminator, matched filter dependencies: 6.66 < sample rate/ baud rate < 1600; 0.5 ≤ shift/ baud rate ≤ 25
FM-FSK2		baud rate: 800 Bd to 2400 Bd; primary modulation bandwidth: 8333 Hz, 10000 Hz, 12500 Hz, 20000 Hz, 25000 Hz; sideband: LSB, USB; subcarrier frequency: 0 Hz to 3000 Hz; variant: auto, discriminator, matched filter dependencies: 6.66 < sample rate/ baud rate < 1600; 0.5 ≤ shift/ baud rate ≤ 25
Multitone		tone count: 6 to 64; tone duration: 0.2 ms to 500 ms; tone spacing: 2 Hz to 10000 Hz sideband: LSB, USB; dependencies: tone count × tone spacing < sample rate; sample rate × (tone duration/1000) < 2048; tone count/(tone duration/1000) < 38400 (can impact performance if not fulfilled); 1 ≤ tone spacing × (tone duration/1000) ≤ 2
Multichannel FSK2		baud rate: 4 Bd to 1000 Bd; channel count: 2 to 64; shift: 2 Hz to 1000 Hz; sideband: LSB, USB; variant: auto, discriminator, matched filter dependencies: sample rate/ baud rate < 8112.4; 0.5 ≤ shift/ baud rate ≤ 4; sum of channel spacing list entries < sample rate; sum of channel spacing list entries ≤ 200 kHz baud rate × channel count ≤ 200 kBd; channel spacing list/ channel spacing: 10 to 1000; channel count: 2 to 64; visualization channel: 0 to channel count – 1
Multichannel PSK2 A/B		baud rate: 4 to 240 Bd; channel count: 2 to 64; sideband: LSB, USB dependencies: channel count × baud rate ≤ 4800 Bd; sum of entries in channel spacing list < 8200; sum of entries in channel spacing list < sample rate; sample rate/ baud rate < 5726.4; 1.2 ≤ ((mean of entries in channel spacing list)/ baud rate) ≤ 3.0 also supports demodulation of CIS-12 signals

² Demodulation without equalizer. Demodulation is coherent with 90° ambiguity. For further processing in a decoding module the soft decision symbols are to be used.

³ Demodulation without equalizer. Demodulation result symbols have a 180° phase ambiguity and ambiguity regarding in-phase and quadrature component. This has to be considered for the further processing in a decoding module.

Demodulator	Pseudonym	Value range/comment
Multichannel PSK4 A/B		baud rate: 4 Bd to 240 Bd; channel count: 2 to 64; sideband: LSB, USB dependencies: channel count $\times$ baud rate $\leq$ 4800 Bd; sum of entries in channel spacing list $<$ 8200; sum of entries in channel spacing list $<$ sample rate; sample rate/baud rate $<$ 5726.4; $1.2 \leq ((\text{mean of entries in channel spacing list})/\text{baud rate}) \leq 3.0$ also supports demodulation of C1S-12 signals
DRM		realized using source code from the DReaM open source project, source code available with demodulator examples

R&S® CA120CL option

Option for classification of analog/digital signals

Data output interface

The firmware module measures the following technical parameters (where applicable):

- Center frequency
- Bandwidth
- Signal power
- Start time
- Analog demodulation type
- Digital demodulation type
- PSK Variant A/B
- Modulation
- Primary modulation
- Modulation level
- Shift
- Symbol rate
- Channel spacing
- Number of channels
- Burst length
- Confidence level
- Transmission system name

Supported modulation types, decoders and transmission systems

Analog modulation	Pseudonym	Frequency band	Value range/comment
AM DSB-TC	A3E	HF VHF/UHF	
AM DSB-SC		HF VHF/UHF	
AM SSB-LSB	J3E (LSB)	HF	
AM SSB-USB	J3E (USB)	HF	
FM	F3E	HF VHF/UHF	

Digital modulation	Pseudonym	Frequency band	Value range/comment
CARRIER		HF VHF/UHF	
ASK2		HF VHF/UHF	6 Bd to 100 Bd 1200 Bd to 25 kBd
FSK2		HF	20 Bd to 4800 Bd; $0.5 \leq \text{shift/ baud rate} \leq 25$
FSK2_ASYNC		HF	40 Bd to 410 Bd
FSK2		VHF/UHF	1200 Bd to 25 kBd; $0.5 \leq \text{shift/ baud rate} \leq 10$
FSK4		HF VHF/UHF	20 Bd to 3000 Bd; $0.5 \leq \text{shift}(i)/\text{baud rate} \leq 4, i = 0, 1, 2$ 1200 Bd to 25 kBd; $0.5 \leq \text{shift}(i)/\text{baud rate} \leq 4, i = 0, 1, 2$
MSK		HF VHF/UHF	20 Bd to 4800 Bd 1200 Bd to 25 kBd
GMSK		HF VHF/UHF	10 Bd to 4800 Bd; BT 0.25 to 1 GMSK is reported as MSK 10 Bd to 25 kBd; BT 0.25 to 1 GMSK is reported as MSK
PSK2 A/B	BPSK = PSK2A, $\pi/2$ -BPSK = PSK2B	HF	30 Bd to 4800 Bd
	BPSK = PSK2A, $\pi/2$ -BPSK = PSK2B	VHF/UHF	> 1200 Bd ⁴

⁴ Successful classification of live signals with high baud rates is only possible if the receiver and processing unit support these high bandwidths. This restriction does not apply to recorded scenarios.

Digital modulation	Pseudonym	Frequency band	Value range/comment
PSK4 A/B	QPSK = PSK4A, $\pi/4$ -QPSK = PSK4B	HF	30 Bd to 4800 Bd
		VHF/UHF	> 1200 Bd ⁵
PSK8 A/B		HF	30 Bd to 4800 Bd
		VHF/UHF	> 1200 Bd ⁵
PSK16 A		HF	100 Bd to 4800 Bd
		VHF/UHF	> 1200 Bd ⁵
QAM8_V29		VHF/UHF	
QAM16		HF	100 Bd to 4800 Bd
		VHF/UHF	1200 Bd to 25 kBd
QAM16_V29		VHF/UHF	
QAM32		VHF/UHF	
QAM64		VHF/UHF	
QAM128		VHF/UHF	
QAM256		VHF/UHF	
OQPSK		HF	30 Bd to 4800 Bd
		VHF/UHF	> 2400 Bd ⁵
OFDM		HF	bandwidth: 500 Hz to 10000 Hz; DRM: 20000 Hz; number of channels: 14 to 512; subcarrier spacing ($1/T_U$): 15 Hz to 250 Hz user length T_U : 0.4 ms to 66.67 ms symbol length: $T_S = T_U + T_G$ guard interval length: T_G $T_U/T_S = 0.5$ to 0.95 limitations: estimated number of channels (est_ch) deviates from actual number of channels (act_ch) as follows: $\text{abs}(\text{est_ch} - \text{act_ch}) < 1 + 0.01 \times \text{act_ch}$
		VHF/UHF	bandwidth: 0.5 MHz to 20 MHz; number of channels: 24 to 8192; subcarrier spacing ($1/T_U$): 0.5 kHz to 500 kHz user length T_U : 2 μ s to 2000 μ s symbol length: $T_S = T_U + T_G$ guard interval length: T_G $T_U/T_S = 0.5$ to 0.95 limitations: continuous OFDM transmissions only
AM-FSK2		VHF/UHF	800 Bd to 2400 Bd; $1400 \text{ Hz} \leq \text{subcarrier} \leq 1800 \text{ Hz}$
FM-FSK2		VHF/UHF	800 Bd to 2400 Bd; $1300 \text{ Hz} \leq \text{subcarrier} \leq 1900 \text{ Hz}$
Multitone		HF	6 tones to 32 tones; 5 Bd to 330 Bd; $1.0 \leq \text{tone spacing/ baud rate} \leq 3.3$
		VHF/UHF	6 tones to 32 tones; 20 Bd to 330 Bd; $1.0 \leq \text{tone spacing/ baud rate} \leq 3.3$
Multichannel FSK2		HF	2 channels to 64 channels; 30 Bd to 4800 Bd (sum); up to 240 Bd per channel; $1.5 \leq \text{channel spacing/ (baud rate + shift)} \leq 3.0$
Multichannel PSK2 A/B		HF	2 channels to 64 channels; 40 Bd to 4800 Bd (sum); 20 Bd to 240 Bd per channel; $1.2 \leq \text{channel spacing/ (baud rate + shift)} \leq 3.0$
Multichannel PSK4 A/B		HF	2 channels to 64 channels; 40 Bd to 4800 Bd (sum); 20 Bd to 240 Bd per channel; $1.2 \leq (\text{channel spacing/ baud rate}) \leq 3.0$

⁵ Successful classification of live signals with high baud rates is only possible if the receiver and processing unit support these high bandwidths.
This restriction does not apply to recorded scenarios.

Transmission system	Pseudonym	Frequency band	Supported modes/value range/comment
ACARS-VHF/UHF	ACARS SITA, ACARS ARINC, ARINC 618, ACARS	VHF/UHF	
ACARS-HF	HF-Datalink, ARINC 635	HF	
AIS	UAIS	VHF/UHF	
ALIS	RS-ARQ	HF	
ALIS-2	RS-ARQ II, MERLIN, RS-ARQ 240	HF	
ARQ-E	ARQ 1000D	HF	
ARQ-E3		HF	
ARQ-M2 242	ARQ TDM 242	HF	
ARQ-M2 342	ARQ TDM 342	HF	
ARQ-M4 242	ARQM 2 ARQ 28	HF	
ARQ-M4 342	ARQM 4, ARQ 56, CCIR 342-2	HF	
ARQ-N	ARQ 1000	HF	
ARQ-S	SI-ARQ, ARQ 1000S, Siemens ARQ 1000	HF	
ARQ 6-70	CCIR 476 variant	HF	
ARQ 6-90	CCIR 476 variant	HF	
ARQ 6-98	CCIR 476 variant	HF	
ASCII	RTTY7, IRA-ARQ	HF	
ATIS		VHF/UHF	
AUTOSPEC	Spread-1	HF	
BAUDOT	RTTY5	HF	
BR6028	BARRIE, USA 7-channel modem	HF	
BULG-ASCII		HF	
CCIR-1	ITU-R-1	VHF/UHF	
CCIR-2	ITU-R-1	VHF/UHF	
CCITT	ITU-TT	VHF/UHF	
CH4+4 modem		HF	
CIS-11	TORG 10/11	HF	
CIS-12	FIRE, MS5	HF	
CIS-14	AMOR, AMOR 96, CIS-96, PARITY 14, TORG 14	HF	
CIS-36	CROWD 36, RUSSIAN PICCOLO, URS MULTITONE, CIS 10-11-11 MFSK	HF	
CLOVER-2	CLOVER	HF	
CLOVER-2000		HF	
CODAN 3012	CODAN 16 tone	HF	
CODAN 8580	CODAN 8580 SELCAL, CCIR/ITU-R M493-4 compatible	HF	
COQUELET 8	Mk 2	HF	
COQUELET 13	Mk 1	HF	
COQUELET 80	COQUELET 8 FEC	HF	
DPMR	ETSI TS 102 490	VHF/UHF	
DRM		HF	A mode, 10 kHz, B mode, 9 kHz and 10 kHz
DTMF		VHF/UHF	
DVB-T		VHF/UHF	DVB-T 8k mode
DUP-ARQ	ARQ DUPLEX, ARTRAC	HF	

Transmission system	Pseudonym	Frequency band	Supported modes/value range/comment
DUP-ARQ 2		HF	
DUP-FEC 2	DUP-FEC	HF	
EEA	MPT 1316	VHF/UHF	
EIA		VHF/UHF	
EURO		VHF/UHF	
FEC-A	FEC 100, FEC 100A, FEC 101	HF	
FEC-S	FEC 1000S, SI-FEC	HF	
FLEX		VHF/UHF	
FMS-BOS		VHF/UHF	
GMDSS-HF	GMDSS/DSC-HF	HF	
GMDSS-VHF	GMDSS/DSC-VHF	VHF/UHF	
GSM		VHF/UHF	GSM, GSM downlink, GSM uplink
G-TOR		HF	
GW-FSK		HF	GW-FSK 200 Bd
GW-PSK		HF	GW-PSK 200 Bd
HC-ARQ	Hagelin Crypto ARQ	HF	
HF-FAX FM	WEATHER-FAX	HF	
HNG-FEC		HF	
ICAO SELCAL	ARINC ANNEX 10 SELCAL	HF	
LINK 11	TADIL-A, MIL-STD-188-203-1A, LINK 11 HF, STANAG 5511	HF	
METEOSAT	WEFAX, METEOSAT-WEFAX	VHF/UHF	
MIL-STD-188-110A	MIL-STD-188-110A serial	HF	MIL-STD-188-110A, STANAG 4415
MIL-STD-188-110A (Appendix A)	MIL-STD-188-110A parallel tone, MIL-STD-188-110 16 tones	HF	
MIL-STD-188-110A (Appendix B)	MIL-STD-188-110A parallel tone, MIL-STD-188-110 39 tones	HF	
MIL-STD-188-110B (Appendix C)		HF	
MIL-STD-188-141A	MIL-STD-188-141(ALE), MIL-STD-188-141A/ALE, ALE 2G	HF	
MIL-STD-188-141B (Appendix C)	ALE 3G	HF	burst waveform 0, burst waveform 1, burst waveform 2, burst waveform 3, burst waveform 4
MORSE		HF	
MPT-1327		VHF/UHF	
NATEL		VHF/UHF	
NXDN	NEXEDGE (Kenwood) IDEN (ICOM)	VHF/UHF	
PACTOR I	PACTOR	HF	
PACTOR I FEC		HF	
PACTOR II		HF	PACTOR II ARQ
PACTOR III		HF	
PACKET RADIO 300		HF	
PACKET RADIO 1200/9600		VHF/UHF	
PAL	Analog TV system	VHF/UHF	
PICCOLO MK6	PICCOLO ITA-2	HF	
PICCOLO MK12	PICCOLO ITA-5	HF	
POCSAG	Cityruf, Scall, TelMi, Quix, CCIR 584	VHF/UHF	

Transmission system	Pseudonym	Frequency band	Supported modes/value range/comment
POL-ARQ	CCIR 476 variant	HF	RC4
PreCr_PSK4A_207		HF	precarrier PSK4A, 206.8 Bd
PreCr_PSK4A_414			precarrier PSK4A, 413.6 Bd
PreCr_PSK4A_827			precarrier PSK4A, 827.2 Bd
PreCr_PSK4A_1654			precarrier PSK4A, 1654.4 Bd
PSK-31		HF	BPSK31, QPSK31
PSK-63		HF	BPSK63, QPSK63
PSK-63F		HF	
PSK-125		HF	BPSK125, QPSK125
PSK-125F		HF	
PSK-220		HF	BPSK220, QPSK220
PSK-220F		HF	
PSK-250		HF	
ROBUST PACKET RADIO	RPR	HF	
RUM-FEC	ROU FEC	HF	
SITOR-A	SITOR-ARQ, ARQ 625, AMTOR-ARQ	HF	
SITOR-B	SITOR-FEC, FEC 625, FEC B, NAVTEX, AMTOR-FEC	HF	
SKYFAX	SKYFAX-MSM1250, SKYFAX-HSM	HF	SKFAX-MSM (reported as SKYFAX), SKYFAX-LSM (reported as MTONE or MIL-STD-188-141A), SKYFAX-HSM (reported as STANAG 4285)
SPREAD 11		HF	
SPREAD 21		HF	
SPREAD 51		HF	
STANAG 4285		HF	
STANAG 4415	MIL-STD-188-110A 75 bps	HF	
STANAG 4481 FSK		HF	
STANAG 4481 MCFSK	MIL-STD-188-342	HF	
STANAG 4481 PSK	STANAG 4285, 1200/2400/3600 bps	HF	
STANAG 4529		HF	
SWED-ARQ	ARQ-SWE	HF	
TETRA		VHF/UHF	4-QAM
TWINPLEX ARQ (F7B)	TWINPLEX Sitor	HF	
TWINPLEX Baudot		HF	
VDEW		VHF/UHF	
ZVEI-1		VHF/UHF	
ZVEI-2		VHF/UHF	
ZVEI-VDEW		VHF/UHF	

The following modulation types can also be classified using the R&S®CA120CL option. Successful classification of live signals is only possible if the receiver and processing unit support these high bandwidths. This restriction does not apply to recorded scenarios.

Digital modulation with high bandwidths	Pseudonym	Frequency band	Supported modes/value range/comment
Bluetooth®		VHF/UHF	
CMMB	China Mobile Multimedia Broadcasting	VHF/UHF	2k mode, 8k mode
DAB		VHF/UHF	mode 1
DECT		VHF/UHF	DECT BS (base station), DECT MS (mobile station)
IS95/CDMA2000	TIA-EIA-95, CDMA One, CDMA2000, IS95	VHF/UHF	IS95/CDMA2000
IS-2000	CDMA2000	VHF/UHF	
LTE	E-UTRA	VHF/UHF	FDD downlink, FDD uplink, bandwidths 1.25/2.5/10/20 MHz, CP (short/long), EUTRA/LTE DL, EUTRA/LTE UL, TDD downlink
TD-SCDMA		VHF/UHF	
UMTS_WCDMA		VHF/UHF	
WLAN_802_11a/g/n	802.11a, 802.11g, 802.11n (20 MHz), WLAN, WiFi	VHF/UHF	
WLAN_802_11b	802.11b, WLAN, Wi-Fi	VHF/UHF	
WLAN_802_11n	802.11n (40 MHz), WLAN, Wi-Fi	VHF/UHF	





R&S® CA120DMC option

Option for decoding of digital mobile communications

Transmission system	Pseudonym	Frequency band	Supported modes/value range/comment
DPMR	ETSI TS 102490	VHF/UHF	DMO (direct mode operation) with unencrypted voice traffic
TETRA		VHF/UHF	$\pi/4$ -DQPSK downlink signals with unencrypted voice traffic
NXDN	NEXEDGE (Kenwood) IDEN (ICOM)	VHF/UHF	NGL (no guard level), LGL (low guard level) 2400 symbols/s, 4800 symbols/s Note: For decoding LGL signals the correct decimal key value has to be known

R&S® CA120MCP option

Option for multichannel processing

Max. number of channels (HF range)	32
Max. number of channels (VHF/UHF range)	8
Max. input IF bandwidth	10 MHz

Wideband delay buffer

Note: The I/Q wideband delay buffer is used internally to start wideband recordings in the past and for lossless detection/processing by using the live I/Q data for detection and the delayed I/Q data for processing (classification, demodulation, decoding, narrowband I/Q recording). The user has no direct control of the wideband delay buffer. The wideband delay buffer for hardware-accelerated signal processing is described in the receiver data sheet.

Bandwidth	Delay buffer
10 MHz	5 s
5 MHz	10 s
1 MHz	50 s
500 kHz	100 s

R&S® CA120DSC option

Option for detection, search and classification of fixed frequency signals with a minimum burst duration of 500 ms

Parameter	Value range	Comment
Detection search bandwidth	HF	1 Hz to 20 kHz
	VHF/UHF	2 kHz to 200 kHz
	wideband VHF/UHF	20 kHz to 10 MHz
	auto	automatic setting of search bandwidth: HF in the frequency range up to 30 MHz, VHF/UHF in the frequency range above 30 MHz
Detection threshold	sensitive	detection of signals with a measured SNR below 6 dB improved detection in crowded areas (areas with many signals) noise estimation close to actual noise floor
	robust	measured threshold for the signal-to-noise ratio (SNR) is increased by approx. 2 dB to ensure that only strong signals with a higher probability of classification and sufficient demodulation and decoding quality are reported; prevents the detection of weak spurious spikes in the spectrum

R&S® CA120AP option

Automatic processing (demodulation, decoding, recording) of detected signals. The R&S®CA100AP option requires the R&S®CA120DSC option. The R&S®CA120AP option enhances the R&S®CA120DSC functionality. It contains all the settings of the R&S®CA120DSC option. For programming the processing rules, Rohde & Schwarz offers the Script Editor tool (supplied with R&S®CA120).

