

TCN 68 - 236: 2006

**THIẾT BỊ VÔ TUYẾN ĐIỂM - ĐA ĐIỂM DẢI TẦN DƯỚI 1 GHz
SỬ DỤNG TRUY NHẬP FDMA
YÊU CẦU KỸ THUẬT**

**POINT-TO-MULTIPOINT DIGITAL RADIO EQUIPMENT BELOW
1 GHz USING FDMA
TECHNICAL REQUIREMENTS**

MỤC LỤC

<i>Lời nói đầu</i>	4
1. Phạm vi áp dụng	5
2. Tài liệu tham chiếu chuẩn	5
3. Các định nghĩa, ký hiệu và chữ viết tắt	6
3.1 Định nghĩa.....	6
3.2 Các ký hiệu.....	6
3.3 Chữ viết tắt	6
4. Đặc điểm chung	7
4.1 Cấu hình hệ thống.....	7
4.2 Bố trí kênh và băng tần	10
4.3 Yêu cầu tương thích giữa thiết bị của nhiều nhà sản xuất.....	10
4.4 Sai số truyền dẫn.....	10
4.5 Điều kiện môi trường.....	10
4.6 Điện áp cung cấp.....	11
4.7 Tương thích điện từ trường.....	11
4.8 Giao diện TMN.....	11
4.9 Đồng bộ tốc độ bit	11
4.10 Yêu cầu về rẽ nhánh/phi đơ/ăng ten	11
5. Thông số của hệ thống	11
5.1 Dung lượng của hệ thống.....	11
5.2 Trễ tuyến vòng.....	11
5.3 Độ trong suốt.....	12
5.4 Các phương pháp mã hóa thoại	12
5.5 Các đặc tính của máy phát	12
5.6 Các đặc tính của máy thu	19
5.7 Chất lượng của hệ thống	21
6. Giao diện tại thiết bị thuê bao và mạng	28

CONTENTS

<i>Foreword</i>	29
1. Scope	30
2. Normative references	30
3. Definitions, symbols and abbreviations	31
3.1 Definitions.....	31
3.2 Symbols.....	31
3.3 Abbreviations	31
4. General characteristics	32
4.1 General system architecture	32
4.2 Frequency bands and channel arrangements	35
4.3 Compatibility requirements.....	35
4.4 Transmission error performance.....	35
4.5 Environmental conditions	35
4.6 Power supply	36
4.7 Electromagnetic compatibility	36
4.8 TMN interfaces.....	36
4.9 Synchronization of interface bit rates	36
4.10 Branching / feeder / antenna requirements	36
5. System parameters	36
5.1 System capacity	36
5.2 Round trip delay	36
5.3 Transparency	37
5.4 Voice coding methods	37
5.5 Transmitter characteristics	37
5.6 Receiver characteristics	44
5.7 System performance.....	46
6. Types of interfaces at the subscriber equipment and the network exchange	53

LỜI NÓI ĐẦU

Tiêu chuẩn Ngành TCN 68 - 236: 2006 “**Thiết bị vô tuyến điểm - đa điểm dải tần dưới 1 GHz sử dụng truy nhập FDMA - Yêu cầu kỹ thuật**” được xây dựng trên cơ sở tiêu chuẩn ETSI EN 301 460-1 V1.1.1 (2000-10), ETSI EN 301 460-4 V1.1.1 (2000-10), ETSI EN 301 126-2-1 V1.1.1 (2000-12), ETSI EN 301 126-2-2 V1.1.1 (2000-11) của Viện Tiêu chuẩn Viễn thông châu Âu (ETSI).

Tiêu chuẩn Ngành TCN 68 - 236: 2006 do Viện Khoa học Kỹ thuật Bưu điện (RIPT) biên soạn theo đề nghị của Vụ Khoa học - Công nghệ và được ban hành theo Quyết định số 27/2006/QĐ-BBCVT ngày 25/7/2006 của Bộ trưởng Bộ Bưu chính, Viễn thông.

Tiêu chuẩn Ngành TCN 68 - 236: 2006 được ban hành dưới dạng song ngữ (tiếng Việt và tiếng Anh). Trong trường hợp có tranh chấp về cách hiểu do biên dịch, bản tiếng Việt được áp dụng.

VỤ KHOA HỌC - CÔNG NGHỆ

THIẾT BỊ VÔ TUYẾN ĐIỂM - ĐA ĐIỂM DẢI TẦN DƯỚI 1 GHz

SỬ DỤNG TRUY NHẬP FDMA

YÊU CẦU KỸ THUẬT

*(Ban hành kèm theo Quyết định số 27/2006/QĐ-BBCVT ngày 25/7/2006
của Bộ trưởng Bộ Bưu chính, Viễn thông)*

1. Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định các yêu cầu tối thiểu và phương pháp đo kiểm hợp chuẩn các thiết bị sử dụng trong hệ thống vô tuyến chuyển tiếp số điểm - đa điểm sử dụng phương pháp truy nhập FDMA dải tần dưới 1 GHz.

Các hệ thống vô tuyến điểm - đa điểm (P-MP) này cung cấp truy nhập đến cả mạng công cộng và mạng thuê riêng bằng các giao diện mạng được chuẩn hóa khác nhau (ví dụ như mạch vòng hai dây, ISDN...).

Có thể sử dụng hệ thống này để xây dựng các mạng truy nhập bằng kiến trúc đa tế bào để phủ sóng các vùng nông thôn. Một yêu cầu quan trọng để liên lạc trong các vùng nông thôn là khả năng khắc phục điều kiện không có đường truyền sóng trực xạ (NLOS).

Tiêu chuẩn này bao trùm các ứng dụng điểm - đa điểm điển hình, được phân phát trực tiếp hoặc gián tiếp, hoặc trong bất kỳ lớp mạng chuyển tải bổ sung nào, bao gồm cả đa truy nhập Internet, dưới đây:

truyền dẫn

- thoại;
- fax;
- số liệu băng tần thoại;

liên quan đến các giao diện tương tự và:

- số liệu;
- ISDN BA (2B+D);
- liên quan đến giao diện số.

Tiêu chuẩn này quy định các yêu cầu đối với thiết bị đầu cuối vô tuyến và thiết bị vô tuyến chuyển tiếp.

2. Tài liệu tham chiếu chuẩn

[1] ETSI EN 301 460-1 V1.1.1 (2000-10) Fixed Radio Systems; Point-to-multipoint equipment; Part 1: Point-to-multipoint digital radio systems below 1 GHz - Common parameters

[2] ETSI EN 301 460-4 V1.1.1 (2000-10) Fixed Radio Systems; Point-to-multipoint equipment; Part 4: Point-to-multipoint digital radio systems below 1 GHz - Additional parameters for FDMA systems

[3] ETSI EN 301 126-2-1 V1.1.1 (2000-12) Fixed Radio Systems; Conformance testing

[4] ETSI EN 301 126-2-2 V1.1.1 (2000-11) Fixed Radio Systems; Conformance testing; Part 2-2: Point-to-Multipoint equipment; Test procedures for FDMA systems

3. Định nghĩa, kí hiệu và chữ viết tắt

3.1. Định nghĩa

Tải dung lượng đầy đủ (FCL): Được xác định bằng số lượng cực đại các tín hiệu 64 kbit/s hoặc tương đương mà một CS có thể phát và thu lại trong băng tần RF cho trước, đáp ứng đầy đủ được chỉ tiêu chất lượng đã biết và các mục đích sẵn có trong các điều kiện pha đỉnh.

Trễ tuyến vòng: Được xác định bằng tổng các trễ từ điểm F đến điểm G và ngược lại (như trong hình 1) bao gồm cả trễ của các bộ lặp.

3.2 Ký hiệu

dB	decibel
dBm	decibel ứng với 1 mW
GHz	giga héc
Mbit/s	Mêga bit trên giây
MHz	Mêga héc
ns	nanô giây
km	kilômét
ppm	phần triệu

3.3 Chữ viết tắt

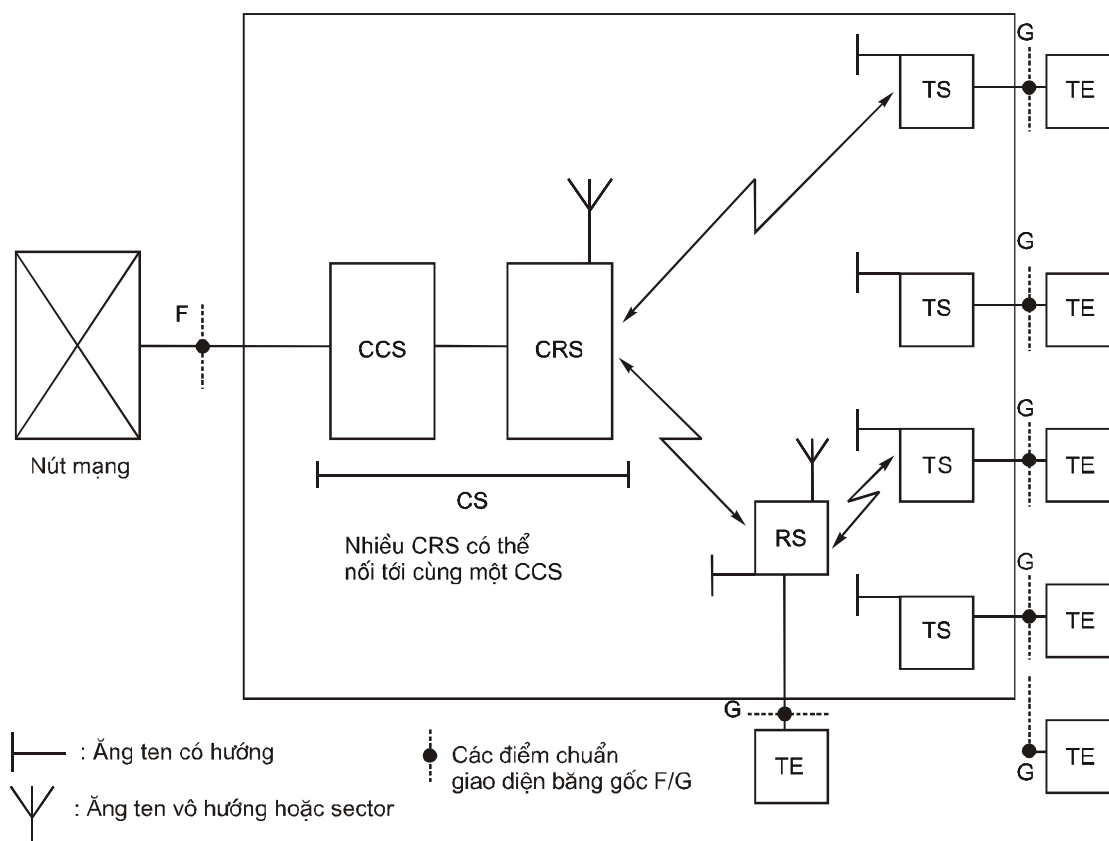
ATPC	Điều khiển công suất phát tự động
BA	Định vị kênh điều khiển quảng bá
BER	Tỷ lệ lỗi bit
CCS	Trạm điều khiển trung tâm
CRS	Trạm vô tuyến trung tâm
CS	Trạm trung tâm
CW	Sóng liên tục
DAMA	Đa truy nhập gán theo yêu cầu
DS-CDMA	Đa truy nhập phân chia theo mã chuỗi trực tiếp
EMC	Tương thích điện từ trường
FCL	Tải dung lượng đầy đủ
FDD	Truyền dẫn song công phân chia theo tần số
FDMA	Đa truy nhập phân chia theo tần số
FH	Nhảy tần
FH-CDMA	Đa truy nhập phân chia theo mã nhảy tần
ISDN	Mạng số tích hợp đa dịch vụ
ITU	Liên minh Viễn thông quốc tế
LO	Bộ dao động nội
MOS	Điểm số đánh giá trung bình
P-MP	Điểm - đa điểm
PSTN	Mạng điện thoại chuyển mạch công cộng
QDU	Đơn vị méo lượng tử

RF	Tần số vô tuyến
RS	Trạm lặp
RSL	Mức của tín hiệu thu
Rx	Máy thu
TDD	Truy nhập song công phân chia thời gian
TDMA	Đa truy nhập phân chia theo thời gian
TE	Thiết bị đầu cuối
TM	Truyền dẫn và ghép kênh
TMN	Mạng quản lý viễn thông
TS	Trạm đầu cuối
Tx	Máy phát

4. Đặc điểm chung

4.1 Cấu hình hệ thống

Trạm trung tâm kết nối với tổng đài chuyển mạch nội hạt (điểm dịch vụ) thực hiện chức năng điều khiển tập trung bằng cách chia sẻ tổng các kênh sẵn có trong hệ thống. Trạm trung tâm kết nối với tất cả các trạm đầu cuối (TS) trực tiếp hoặc qua một trạm lặp (RS) bằng các đường truyền vô tuyến. Khi có một tuyến truyền dẫn số khả dụng, có thể tối ưu hoạt động của mạng vô tuyến bằng cách tách riêng CSS được lắp đặt tại vị trí tổng đài và CRS.



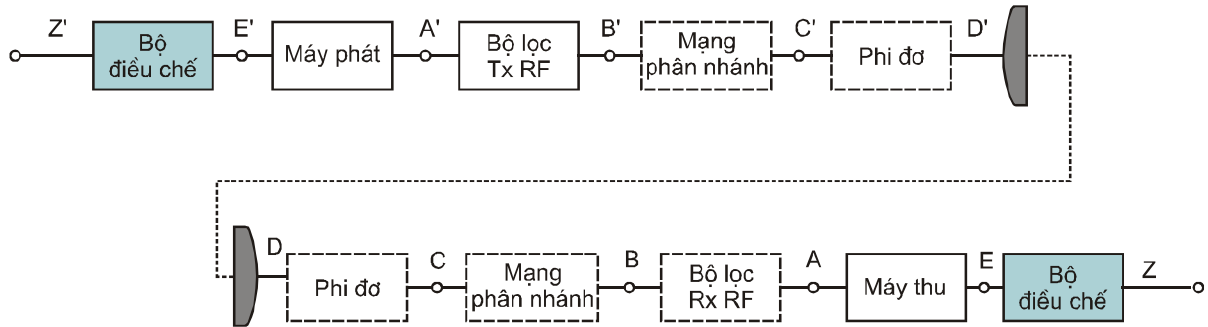
Chú ý 1: Một CRS có thể bao gồm nhiều thiết bị thu phát.

Chú ý 2: Một CCS có thể điều khiển nhiều CRS.

Chú ý 3: Một TS có thể phục vụ nhiều TE.

Hình 1: Cấu hình hệ thống

Sơ đồ khối dưới đây biểu diễn các kết nối điểm - điểm của các máy thu phát P-MP giữa CRS và TS và ngược lại (như trong hình 2).



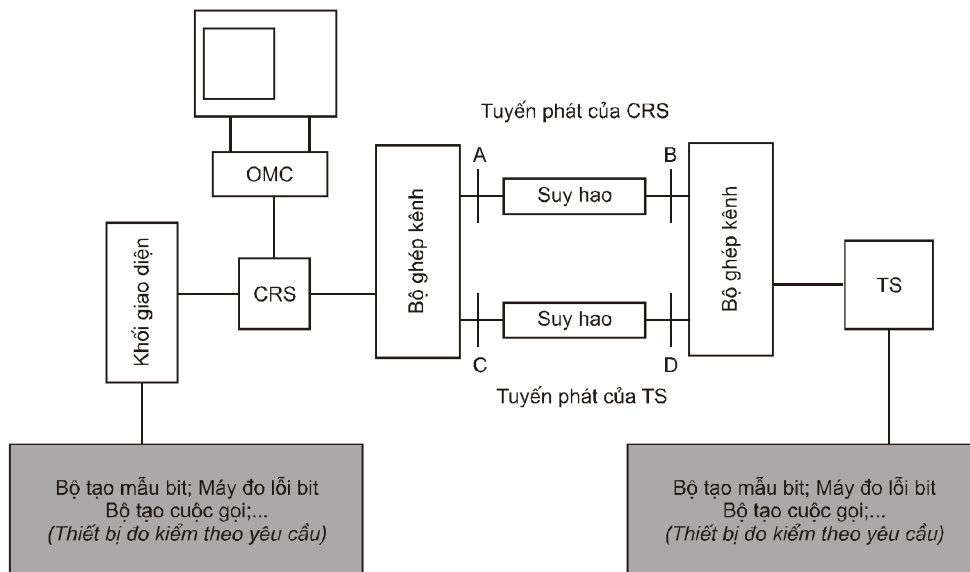
Hình 2: Sơ đồ khối hệ thống RF

Chú ý: Các điểm trong sơ đồ khối trên chỉ là các điểm chuẩn; các điểm B, C và D, B', C' và D' có thể trùng nhau.

4.1.1. Cấu hình đo kiểm chung

Thiết bị P-MP được thiết kế hoạt động như một hệ thống truy nhập kết nối với một nút mạng (ví dụ chuyển mạch nội hạt) và thiết bị đầu cuối của khách hàng (hình 1). Thực hiện các phép đo kiểm hợp chuẩn trên một hướng tuyến đơn lẻ (hình 2), nhưng đối với một số phép đo xác định, ví dụ đo thiết bị thiết lập báo hiệu, cả tuyến lên và xuống phải hoạt động, cấu hình đo kiểm thiết bị tối thiểu để đo cho chỉ một thuê bao được trình bày ở hình 3, trong đó các tuyến RF hướng lên và xuống phải được tách biệt bởi một cặp bộ song công và các bộ suy hao riêng biệt được chèn vào ở mỗi tuyến. Khi không có thêm chỉ dẫn cụ thể của nhà cung cấp thì khuyến nghị các tuyến hoạt động tại ngưỡng (RSL) + n dB với n là một nửa dải động của tuyến trừ khi đang đo kiểm máy thu. Các máy thu khác cần tiếp tục hoạt động tại ngưỡng (RSL) + n dB.

Ghép các bộ chia đã hiệu chuẩn hoặc các bộ ghép có hướng vào các điểm A, B, C và D (hình 3 và 4) theo yêu cầu đối với từng phép đo để tạo ra các điểm đo hoặc nguồn nhiễu.



Chú ý: Các hệ thống TDD có thể chỉ yêu cầu một đường dẫn với một bộ suy hao

Hình 3: Cấu hình đo kiểm trạm đầu cuối đơn lẻ

Chú ý 1: Ghép các bộ chia đã hiệu chuẩn hoặc bộ ghép có hướng vào các điểm A, B, C và D theo yêu cầu đối với từng phép đo để tạo ra các điểm đo kiểm hoặc nguồn nhiễu.

Chú ý 2: Khi đo kiểm máy phát TS để chứng tỏ rằng thiết bị đáp ứng các yêu cầu về phát xạ giả và mật xạ phát xạ, mạch chia chỉ có một TS nối đến và có thể bỏ đi mạch này.

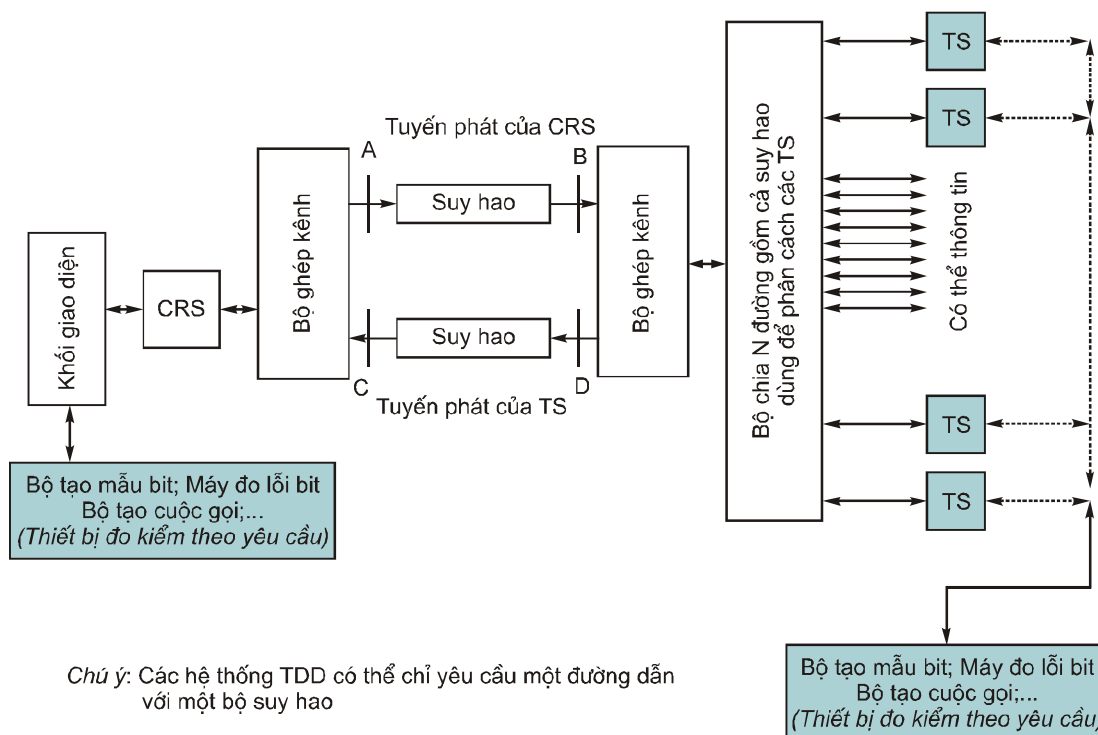
Chú ý 3: Hệ thống P-MP cần đo kiểm là hệ thống song công, yêu cầu các tính năng như đồng bộ thời gian/tần số và ATPC cho cả hai tuyến lên và xuống phải hoạt động chính xác. Để đảm bảo kết quả đo trên tuyến lên hoặc tuyến xuống (ví dụ RSL của máy thu) không chịu ảnh hưởng của các tuyến khác thì cần phải tạo ra suy hao thấp hơn, hoặc tăng công suất của máy phát, trong tuyến khác đó. Khi không có chỉ dẫn của nhà cung cấp thiết bị, khuyến nghị các tuyến khác phải hoạt động tại ngưỡng (RSL) + n dB.

Tất cả các thủ tục đo trong tài liệu này, phải áp dụng cho cả CRS và TS. Trừ khi có quy định khác, nếu không phải thực hiện phép đo các yêu cầu thiết yếu tại điện áp cung cấp danh định và tối hạn, tại nhiệt độ môi trường với công suất ra cực đại. Thực hiện các phép đo tần số, phổ tần, công suất RF tại các tần số cao, trung bình và thấp nằm trong dải tần số được công bố. Thực hiện việc lựa chọn các tần số RF này bằng điều khiển từ xa hoặc cách khác.

Các trạm trung tâm hoặc trạm đầu xa có ăng ten tích hợp phải được trang bị cáp đồng trục hoặc chuyển đổi ống dẫn sóng thích hợp để dễ dàng thực hiện được các phép đo đã được mô tả.

Đối với các phép đo cần phải sử dụng đồng thời nhiều TS, thì bố trí đo kiểm như trong hình 4. Để trao đổi được thông tin, có thể mô phỏng tải lưu lượng và các thiết bị như mạch vòng trở lại từ xa để định tuyến lưu lượng qua hệ thống.

Cấu hình bố trí đo kiểm này nhằm đảm bảo rằng thiết bị hoạt động theo cách thông thường tương tự cấu hình của thiết bị khi đo kiểm mật xạ của máy phát và RSL.



Hình 4: Cấu hình đo kiểm nhiều trạm đầu cuối

4.2. Bố trí kênh và băng tần

Các băng tần số sử dụng cho hệ thống P-MP phải theo qui định của Cục Tần số Vô tuyến điện.

Bảng 1 dưới đây liệt kê một số băng tần dưới 1 GHz dùng cho hệ thống P-MP.

Bảng 1: Các băng tần số

146 MHz đến 174 MHz
335,4 MHz đến 380 MHz
410 MHz đến 430 MHz
440 MHz đến 470 MHz
870 MHz đến 890 MHz/915 MHz đến 935 MHz

4.2.1. Kế hoạch phân bổ kênh vô tuyến

Việc bố trí các kênh vô tuyến phải tuân thủ theo yêu cầu của Cục Tần số Vô tuyến điện.

4.2.2. Các phương pháp truyền dẫn song công

Có thể sử dụng phương pháp truyền dẫn song công FDD hoặc TDD.

4.3. Yêu cầu tương thích giữa thiết bị của nhiều nhà sản xuất

Không có yêu cầu đối với việc vận hành CS của một hãng với TS và RS của một hãng khác.

4.4. Sai số truyền dẫn

Các thiết bị thuộc phạm vi tiêu chuẩn này phải được thiết kế để đáp ứng các yêu cầu về chất lượng mạng như đã được qui định trong Khuyến nghị ITU-R F.697-2, các yêu cầu kết nối số phải theo các chỉ tiêu trong Khuyến nghị ITU-T G.821.

4.5. Điều kiện môi trường

Thiết bị phải đáp ứng các qui định về điều kiện môi trường trong ETS 300 019, tài liệu này qui định các khu vực được che chắn hoặc không được che chắn, phân loại và mức độ cần phải đo kiểm.

Nhà sản xuất phải công bố loại điều kiện môi trường mà thiết bị được thiết kế phải tuân thủ.

4.5.1. Thiết bị trong khu vực được che chắn (trong nhà)

Thiết bị hoạt động trong khu vực có điều khiển nhiệt độ hoặc điều khiển nhiệt độ từng phần phải tuân thủ các yêu cầu của ETS 300 019 tại các mục 3.1 và 3.2.

Một cách tùy chọn, có thể áp dụng các yêu cầu khắt khe hơn của ETS 300 019 các mục 3.3 (tại vị trí không có điều khiển nhiệt độ), mục 3.4 (tại vị trí có thiết bị ổn nhiệt) và mục 3.5 (các vị trí có mái che).

4.5.2. Thiết bị trong khu vực không được che chắn (ngoài trời)

Thiết bị hoạt động trong khu vực không được che chắn phải tuân thủ các yêu cầu của ETS 300 019 tại các mục 4.1 hoặc 4.1E.

Với các hệ thống trong tủ vô tuyến được che chắn hoàn toàn có thể áp dụng các mục 3.3, 3.4 và mục 3.5 trong ETS 300 019 cho thiết bị ngoài trời.

4.6. Điện áp cung cấp

Nếu điện áp của nguồn điện nằm trong dải qui định của ETS 300 132 thì giao diện với nguồn điện phải tuân thủ các phân tương ứng của tiêu chuẩn này. Đối với nguồn điện 230 V_{AC} và 48 V_{DC} thì giao diện phải thỏa mãn các đặc tính qui định trong ETS 300 132 các phần 1 và phần 2.

Chú ý: Một vài ứng dụng có thể yêu cầu dải điện áp của nguồn điện không nằm trong tiêu chuẩn ETS 300 132.

4.7. Tương thích điện từ trường

Thiết bị phải tuân thủ các điều kiện trong EN 300 385.

4.8. Giao diện TMN

Giao diện TMN, nếu có, phải phù hợp với Khuyến nghị ITU-T G.773.

4.9 Đồng bộ tốc độ bit

Hệ thống sử dụng các giao diện số phải có các phương pháp để đồng bộ bên trong và ngoài với mạng. Dung sai về đồng bộ của hệ thống này phải đáp ứng các yêu cầu của các Khuyến nghị ITU-T G.810 và G.703.

4.10. Yêu cầu về phân nhánh/phi đơ/ăng ten

4.10.1. Đặc tính cổng ăng ten

4.10.1.1 Giao diện RF

Nếu giao diện RF (các điểm C và C' trong hình 2) có thể truy nhập được thì nó phải là cấp đồng trục 50 Ω. Bộ kết nối phải tuân thủ IEC 60169-3 hoặc IEC 60339.

4.10.1.2 Suy hao

Nếu RF có thể truy nhập được (các điểm C và C' trong hình 2), suy hao tại các điểm này phải lớn hơn 10 dB với tải chuẩn.

5. Thông số của hệ thống

5.1. Dung lượng của hệ thống

Trong tiêu chuẩn này, dung lượng hệ thống là dung lượng truyền dẫn của CS, nó chính là tốc độ truyền dẫn cực đại được truyền đi trong không gian giữa một CS đã biết và các trạm từ xa kết hợp với nó (các TS và RS).

Nhà sản xuất phải thông báo dung lượng hệ thống.

5.2. Trễ tuyến vòng

Trễ tuyến vòng cho kênh lưu lượng 64 kbit/s không được vượt qua 20 ms.

Có thể có trễ tuyến vòng dài hơn tại các tốc độ bit khác nhau và khi sử dụng mã hóa thoại tại các tốc độ thấp hơn 64 kbit/s. Để duy trì trễ này, đưa hệ thống vào trong mạng

TCN 68 - 236: 2006

truyền dẫn mà không làm suy giảm chất lượng truyền thoại, phải đảm bảo tính tương thích với Khuyến nghị ITU-T G.131.

5.3. Độ trong suốt

Hệ thống phải trong suốt hoàn toàn: nút mạng và thiết bị của thuê bao (các điểm F và G trong hình 1) liên lạc với nhau không cần biết đến tuyến vô tuyến.

5.4. Các phương pháp mã hóa thoại

Sử dụng một trong các phương pháp mã hóa sau:

- 64 kbit/s xem Khuyến nghị ITU-T G.711;
- 32 kbit/s xem Khuyến nghị ITU-T G.726;
- 16 kbit/s xem Khuyến nghị ITU-T G.728;
- 8 kbit/s xem Khuyến nghị ITU-T G.729;
- 5,3 kbit/s đến 6,3 kbit/s xem Khuyến nghị ITU-T G.723.

Có thể sử dụng các phương pháp mã hóa khác nếu chúng có chất lượng tương đương (sử dụng các số đo QDU, MOS).

5.5. Các đặc tính của máy phát

Tất cả các đặc tính của máy phát có liên quan đến hệ thống trong bất kỳ điều kiện tải nào.

Các giá trị và phép đo tham chiếu đến điểm C' của hình 2.

Phải thực hiện các phép đo khi CRS (tối thiểu có một thiết bị thu phát) ở điều kiện chất tải hoàn toàn, nhà sản xuất phải qui định điều kiện tải này.

Tại mức tín hiệu thu như trong mục 5.7.2 thì mức BER phải nhỏ hơn hoặc bằng 10^{-6} .

Các đặc tính của máy phát đã biết phải được đáp ứng với các tín hiệu đầu vào thích hợp tại các điểm A hoặc B trong hình 2.

Nhận xét chung:

Thủ tục đo kiểm các đặc tính của máy phát (CRS)

Đối với các phép đo kiểm dưới đây, thiết bị (CRS) phải cung cấp công suất ra danh định cực đại, công suất này do nhà cung cấp thiết bị công bố hoặc công suất ra khác phù hợp với phép thử. Số lượng các sóng mang (N) của trạm vô tuyến trung tâm được điều chế với tốc độ bit cực đại và sơ đồ điều chế giống nhau, do nhà cung cấp thiết bị công bố.

Phải đo kiểm các thông số trong điều kiện tải đầy đủ.

Mỗi sóng mang có sơ đồ điều chế giống nhau phải có công suất ra bằng $1/N$ của công suất ra danh định cực đại do nhà cung cấp thiết bị công bố. Dung lượng truyền dẫn của CRS phải được phân phối đều giữa N sóng mang đơn lẻ.

Chú ý: Với phép đo phổ RF (xem mục 5.5.4) phải thiết lập tuyến từ CRS đến TS và tỷ lệ lỗi bit BER của tín hiệu máy thu mong muốn phải $< 10^{-x}$ với mức tín hiệu đã được quy định trong tiêu chuẩn tương ứng.

Thủ tục đo các đặc tính của máy phát (TS)

Phải kiểm tra đặc tính máy phát của TS bằng cách đo chỉ một TS đại diện, trong điều kiện chất tải đủ do nhà cung cấp thiết bị công bố. Mật xạ phổ của TS cũng phải được kiểm tra phù hợp với các yêu cầu do nhà cung cấp thiết bị công bố.

5.5.1. Công suất ra RF cực đại

Yêu cầu

Công suất trung bình cực đại của máy phát (tính trung bình cho CRS, RS và TS) không được vượt quá +43 dBm. Cũng phải tính đến giá trị EIRP của hệ thống, không được vượt quá giá trị được quy định trong “Thẻ lệ Vô tuyến điện quốc tế”.

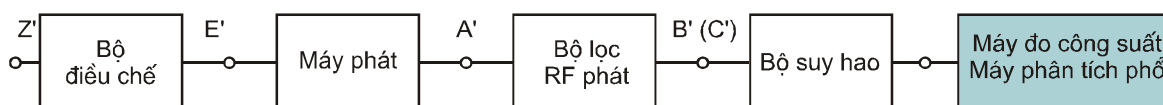
Mục đích

Xác định công suất ra trung bình danh định cực đại được đo tại điểm chuẩn B' hoặc C' nằm trong giới hạn theo công bố của nhà cung cấp thiết bị cộng/trừ dung sai và không được vượt quá giá trị cực đại trong tiêu chuẩn.

Thiết bị đo

Máy đo công suất trung bình hoặc loại thay thế tương đương.

Cấu hình đo



Hình 5: Cấu hình phép đo công suất ra RF cực đại

Thủ tục đo kiểm

Đặt công suất của máy phát ở mức cực đại, tiến hành đo kiểm công suất ra trung bình của máy phát tại điểm B'(C').

5.5.2. Công suất ra RF cực tiểu

Mục đích

Xác định công suất ra trung bình tối thiểu của thiết bị, có mạch điều khiển công suất, tại điểm chuẩn B' hoặc C' có nằm trong giới hạn của tiêu chuẩn.

Thiết bị đo

Như phép đo công suất ra danh định cực đại.

Cấu hình đo

Như phép đo công suất ra danh định cực đại.

Thủ tục đo

Đặt công suất của máy phát ở mức cực tiểu, đo công suất tại điểm B' (C'). Trong phép đo này phải tính đến suy hao giữa điểm đo và máy đo công suất.

5.5.3. Điều khiển công suất phát tự động (ATPC)

ATPC được xem là chức năng tùy chọn. Nhà sản xuất phải công bố dải điều khiển của ATPC và các mức sai số liên quan. Thực hiện phép thử với mức công suất ra tương ứng với:

Đặt ATPC đến giá trị cố định thỏa mãn chất lượng hệ thống;

Đặt ATPC đến giá trị cực đại thỏa mãn chất lượng của Tx.

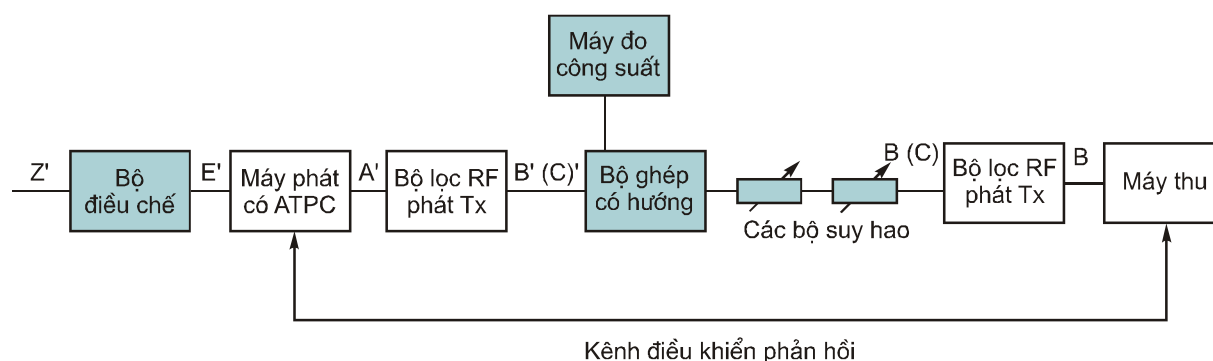
Mục đích

Khi cài đặt chức năng ATPC, kiểm tra hoạt động của vòng lặp điều khiển, có nghĩa là công suất ra Tx liên quan đến mức đầu vào tại máy thu đầu xa.

Thiết bị đo

Như phép đo công suất cực đại.

Cấu hình đo



Hình 6: Cấu hình phép đo công suất ra cực đại/cực tiểu của máy phát khi cài đặt chức năng ATPC

Thủ tục đo

Phải kiểm tra tất cả các thiết bị có cài đặt chức năng ATPC thỏa mãn hoạt động của mạch vòng điều khiển. Ban đầu thiết lập bộ suy hao B để có mức đầu ra máy phát cực tiểu, sau đó tăng dần cho đến khi mức ra máy phát đạt cực đại. Trên toàn bộ dải công suất ra của máy phát, mức vào máy thu phải duy trì trong giới hạn của tiêu chuẩn hoặc theo công bố của nhà cung cấp thiết bị. Lặp lại phép đo để xác định rằng chức năng điều khiển công suất tự động, giữa mức công suất máy phát cực tiểu và cực đại, thỏa mãn các yêu cầu của tiêu chuẩn hoặc nhà sản xuất.

Nhà cung cấp thiết bị phải công bố dải điều khiển công suất và chức năng ATPC.

5.5.4. Mật nà phổ RF

5.5.4.1. Mật nà phổ RF của trạm vô tuyến trung tâm

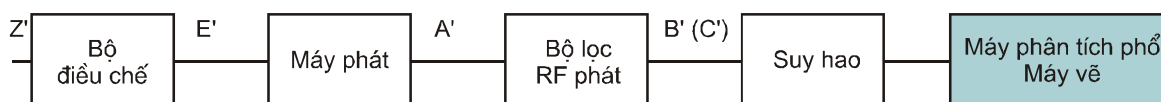
Các phép đo mật nà phổ RF phải được thực hiện tại kênh tần số cao nhất, thấp nhất và trung bình của thiết bị cần đo.

Mục đích

Xác định phổ ra của thiết bị đáp ứng yêu cầu của tiêu chuẩn đối với CRS và nằm trong mặt nạ phổ được công bố đối với TS.

Thiết bị đo

- Máy phân tích phổ;
- Máy vẽ.

Cấu hình đo

Hình 7: Cấu hình đo mặt nạ phổ

Thủ tục đo

Nối cổng ra của máy phát đến máy phân tích phổ qua bộ suy hao hoặc tải giả có phương tiện để giám sát phát xạ với một máy phân tích phổ. Máy phân tích phổ phải có chức năng lưu trữ số. Thiết lập các thông số như độ rộng băng phân giải, khoảng cách tần số, thời gian quét và các thiết lập bộ lọc video cho máy phân tích phổ phù hợp tiêu chuẩn.

Với máy phát được điều chế bằng một tín hiệu có các đặc tính như trong tiêu chuẩn, đo mật độ công suất Tx bằng máy phân tích phổ và máy vẽ. Nếu có thể, vẽ mật công suất phổ của máy phát tại các kênh tần số cao nhất, trung bình và thấp nhất. Ngoài ra có thể vẽ mật độ công suất phổ của máy phát tại điện áp cung cấp danh định và tới hạn, điều kiện môi trường ở trạng thái bình thường và tới hạn.

Phải xác định phổ của một sóng mang đơn tại cả hai biên của mặt nạ phổ đối với kênh RF của tiêu chuẩn tương ứng.

Các thiết lập cho máy phân tích phổ được cho trong bảng 2 (liên quan đến khoảng cách kênh RF) và bảng 3 (liên quan đến khoảng cách sóng mang trong trường hợp tín hiệu đa sóng mang).

Bảng 2: Thiết lập máy phân tích phổ cho phép đo phổ công suất RF (theo khoảng cách kênh RF)

Khoảng cách kênh, MHz	< 1,75	1,75 đến 20	> 20
Tần số trung tâm	Thực	Thực	Thực
Độ rộng tần số quét, MHz	Chú ý 1	Chú ý 1	Chú ý 1
Thời gian quét	Tự động	Tự động	Tự động
Độ rộng băng IF, kHz	30	30	100
Độ rộng băng Video, kHz	0,1	0,3	0,3
<i>Chú ý:</i> 5 x khoảng cách kênh < độ rộng băng tần quét < 7 x khoảng cách kênh.			

Bảng 3: Thiết lập máy phân tích phổ cho phép đo phổ công suất RF (theo khoảng cách sóng mang)

Khoảng cách kênh f_s , MHz	$\leq 0,5$	$0,5 < f_s \leq 1$
Tần số trung tâm	Thực	Thực
Độ rộng tần số quét, MHz	1	3
Thời gian quét	Tự động	Tự động
Độ rộng băng IF, kHz	10	30
Độ rộng băng video, kHz	0,03	0,1

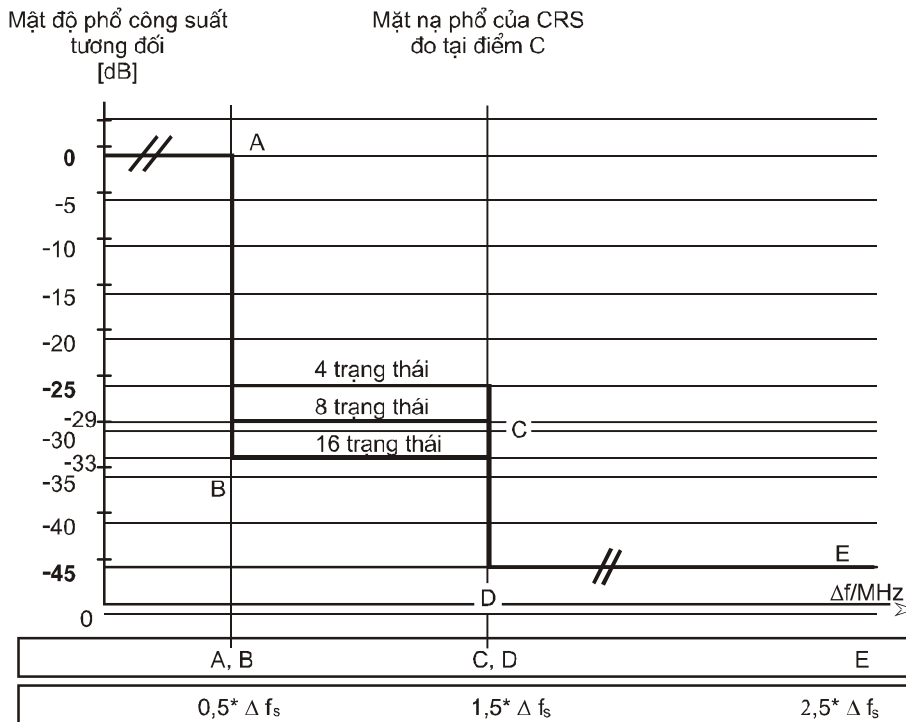
Sử dụng các thiết lập máy phân tích phổ theo bảng 2 để đo phổ tần theo khoảng cách kênh RF f_s .

Sử dụng các thiết lập máy phân tích phổ theo bảng 3 để xác định sóng mang được điều chế tại biên khoảng cách kênh cao hơn hoặc thấp hơn của tín hiệu đa sóng mang không vượt quá mật nà phổ.

Để đo mật nà phổ của TS, theo công bố của nhà cung cấp thiết bị, các thiết lập cho máy phân tích phổ phải được sử dụng phù hợp với độ rộng băng tần của tín hiệu điều chế TS.

Yêu cầu

Mức 0 dB trên mật nà phổ là mức cực đại của phổ điều chế không quan tâm đến các sóng mang dư.



Chú ý 1: Các mức mật độ phổ tần khác nhau tại điểm C tương ứng với các phương pháp điều chế khác nhau.

Chú ý 2: Dung sai tần số không bao gồm trong mật nà phổ tần.

Δf_s : khoảng cách kênh RF (đồng cực) giữa tần số trung tâm của hai CRS lân cận.

Hình 8: Mật nà phổ tần cho CRS

Các điều kiện về tải đo kiểm chung để đo mật nà phổ tần của thiết bị thu phát CRS:

- Số lượng (N) sóng mang được truyền đi trên một thiết bị thu phát CRS phải phù hợp với FCL của CRS thu được. Số lượng N phải do nhà sản xuất công bố;
- Công suất ra của CRS phải được phân phối đều giữa N sóng mang đơn;
- Dung lượng của CRS phải được phân phối đều giữa N sóng mang đơn.

Chú ý: Trên đây là các điều kiện về tải đo. Các điều kiện hoạt động về dung lượng và công suất ra phải được điều chỉnh thường xuyên để đáp ứng được với các yêu cầu thực tế, việc điều chỉnh này là do có sự phân phối không đều giữa các sóng mang.

Mật nà phổ tần đối với thiết bị thu phát CRS được cho trong hình 8.

Các thiết lập cho máy phân tích phổ để thực hiện phép đo mật nà phổ RF được cho trong bảng 4.

Bảng 4: Thiết lập máy phân tích phổ cho phép đo phổ tần số RF

Độ rộng băng phân giải	Độ rộng băng Video	Thời gian quét
30 kHz	300 Hz	10 giây

5.5.4.2. Mật nà phổ RF cho trạm đầu cuối (TS) và trạm lặp (RS)

Mật nà phổ RF của TS và RS phải phù hợp với mật nà phổ của máy thu phát CRS.

5.5.5. Sai số tần số vô tuyến

Yêu cầu

Sai số tần số vô tuyến phải đáp ứng các yêu cầu của Khuyến nghị ITU-R SM.1045-1, quy định đối với các trạm cố định trong băng tần thích hợp, tuy nhiên sai số tần số cho thể cho phép lên đến ± 20 ppm khi được sự đồng ý của cơ quan quản lý. Giới hạn này có tính đến cả yếu tố ngắn hạn và các ảnh hưởng lão hóa dài hạn. Với mục đích thử mẫu thì nhà sản xuất phải thông báo ảnh hưởng ngắn hạn có đảm bảo và ảnh hưởng dài hạn mong muốn.

Mục đích

Kiểm tra tần số phát của CRS/TS nằm trong giới hạn của tiêu chuẩn.

Chú ý 1: Đối với hệ thống không bị ngắt (*shut down*) khi mất đồng bộ, thì phải đo độ ổn định tần số trong điều kiện mất đồng bộ.

Khi các máy phát không thể ở điều kiện CW, nhà cung cấp thiết bị và phòng thí nghiệm đo kiểm phải thỏa thuận để tìm một phương pháp đo kiểm độ chính xác tần số.

Phương pháp tốt nhất là sử dụng máy đếm tần số có khả năng đo tần số trung tâm của tín hiệu sóng mang được điều chế. Vị trí tương đối của sóng mang trong kênh RF phải được nhà sản xuất công bố.

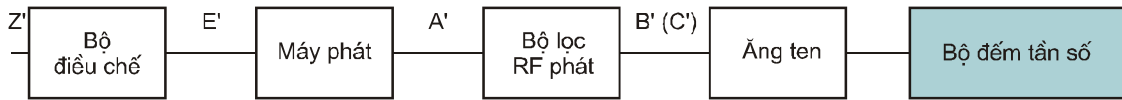
Khi không thể sử dụng phương pháp máy đếm tần số, phải đo tần số LO và tính toán tần số ra bằng công thức liên quan.

Tiến hành đo độ chính xác tần số tại kênh tần số cao nhất, trung bình và thấp nhất của thiết bị.

Thiết bị đo

- Máy đếm tần số.

Cấu hình đo



Hình 9: Cấu hình phép đo sai số tần số

Thủ tục đo

Máy phát hoạt động ở điều kiện CW, đo tần số trên kênh được phòng đo chọn trước. Tần số đo được phải nằm trong giới hạn của tiêu chuẩn.

Chú ý 2: Tần số danh định của tín hiệu CW có thể tại tần số danh định của kênh RF (tần số trung tâm của kênh RF) hoặc dịch một khoảng xác định so với tần số danh định của kênh RF (ví dụ sóng mang không điều chế). Trong trường hợp sau, khoảng dịch đó phải do nhà cung cấp thiết bị công bố.

5.5.6. Phát xạ giả

Yêu cầu

Theo Khuyến nghị CEPT/ERC 74-01, phát xạ giả được định nghĩa là các phát xạ tại các tần số cách tần số sóng mang danh định nhiều hơn 250% khoảng cách kênh tương ứng. Bên ngoài khoảng 250% của khoảng cách kênh (CS), các giới hạn phát xạ giả của hệ thống vô tuyến dịch vụ cố định được quy định trong Khuyến nghị CEPT/ERC 74-01 cùng với dải tần số để xem xét cho đo hợp chuẩn phải thực hiện tại điểm chuẩn C.

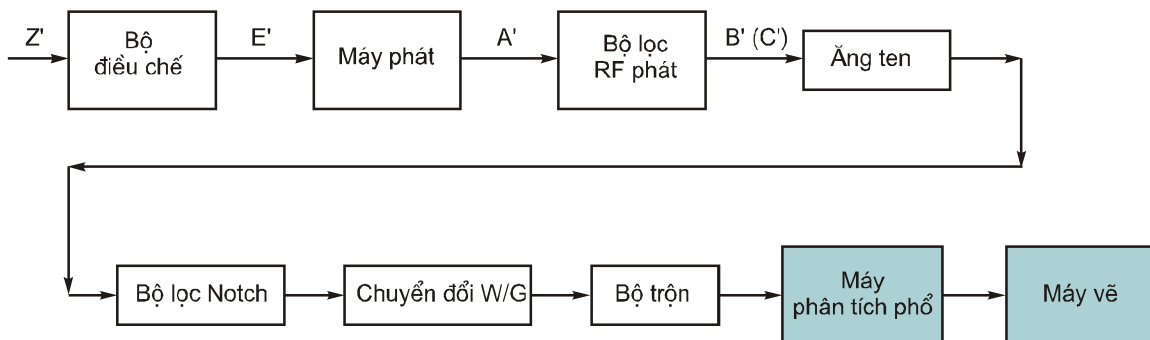
Mục đích

Xác định các phát xạ giả do máy phát tạo ra nằm trong giới hạn qui định của tiêu chuẩn. Các phát xạ giả là các phát xạ bên ngoài băng tần cần để chuyển tải số liệu đầu vào tại máy phát đến máy thu có thể làm suy giảm mức mà không ảnh hưởng đến sự truyền tải thông tin tương ứng. Các phát xạ giả bao gồm các phát xạ hài, phát xạ ký sinh, các thành phần xuyên điều chế và các thành phần chuyển đổi tần số.

Thiết bị đo

- Máy phân tích phổ, máy vẽ;
- Khối trộn của máy phân tích phổ - nếu cần.

Cấu hình đo



Hình 10: Cấu hình phép đo phát xạ giả tại cổng ăng ten

Thủ tục đo

Nối cổng ra của máy phát với máy phân tích phổ qua bộ suy hao thích hợp hoặc qua bộ lọc khác (Notch) để giới hạn công suất vào máy phân tích phổ. Trong một số trường hợp, nếu giới hạn tần số trên vượt quá dải tần hoạt động của máy phân tích phổ, phải sử dụng bộ trộn hoặc chuyển đổi ống dẫn sóng phù hợp. Điều quan trọng là mạch giữa máy phát và đầu vào đến bộ trộn, hoặc máy phân tích phổ, phải được đặc tính hóa trên dải tần số cần đo. Sử dụng các suy giảm này để thiết lập đường giới hạn của máy phân tích phổ đến giá trị để đảm bảo các chỉ tiêu kỹ thuật tại điểm C' không bị vượt quá.

Máy phát hoạt động ở chế độ công suất ra biểu kiến cực đại, phải đo và vẽ mức, tần số của tất cả các tín hiệu trong băng tần qui định của tiêu chuẩn. Các phát xạ giả gần với giới hạn phải được vẽ trên dải tần hạn chế và phải chỉ ra rõ ràng rằng tín hiệu không vượt quá các giới hạn trong tiêu chuẩn.

Phép đo TS thực hiện với chỉ một sóng mang đơn.

Chú ý 1: Khi một chỉ tiêu yêu cầu phải thực hiện phép đo phát xạ giả với thiết bị trong điều kiện được điều chế, phải thiết lập độ rộng băng phân giải của máy phân tích phổ đến mức qui định chỉ tiêu kỹ thuật của thiết bị. Bước nhảy tần, tốc độ quét của máy phân tích phổ phải được điều chỉnh để duy trì mức nhiễu nền thấp hơn đường giới hạn và duy trì máy phân tích phổ trong điều kiện đã được hiệu chuẩn.

Chú ý 2: Phép đo các mức phát xạ giả do hoạt động của thiết bị ở điều kiện CW có thể được thực hiện với độ rộng băng phân giải, bước nhảy tần và tốc độ quét để duy trì máy phân tích phổ ở trạng thái đã hiệu chuẩn trong khi vẫn giữ được sự chênh lệch giữa mức nhiễu nền và đường giới hạn tối thiểu là 10 dB.

Chú ý 3: Do mức tín hiệu RF thấp và việc điều chế băng rộng sử dụng trong thiết bị, các phép đo công suất RF bức xạ không chính xác so với các phép đo dẫn. Vì vậy khi thiết bị có ăng ten tích hợp, nhà cung cấp phải có trang bị bộ ghép đo để chuyển đổi tín hiệu bức xạ thành tín hiệu dẫn có kết cuối trở kháng 50 Ω .

Chú ý 4: Cần đo tín hiệu dẫn RF trong đường cáp đồng trục 50 Ω nối với máy phân tích phổ, áp dụng tất cả các tần số thấp hơn tần số hoạt động (nếu thấp hơn 26,5 GHz). Điều này để tránh cho tất cả các ống dẫn sóng bên ngoài hoạt động như một bộ lọc thông cao.

5.6. Các đặc tính của máy thu***Hiệu chuẩn chung***

Chú ý: Thủ tục này để hiệu chuẩn mức tín hiệu của máy thu (sử dụng cho phép đo *outbound* (CRS \rightarrow TS) và *inbound* (TS \rightarrow CRS)) sử dụng cho các phép đo đặc tính máy thu cũng như đo đặc tính hệ thống.

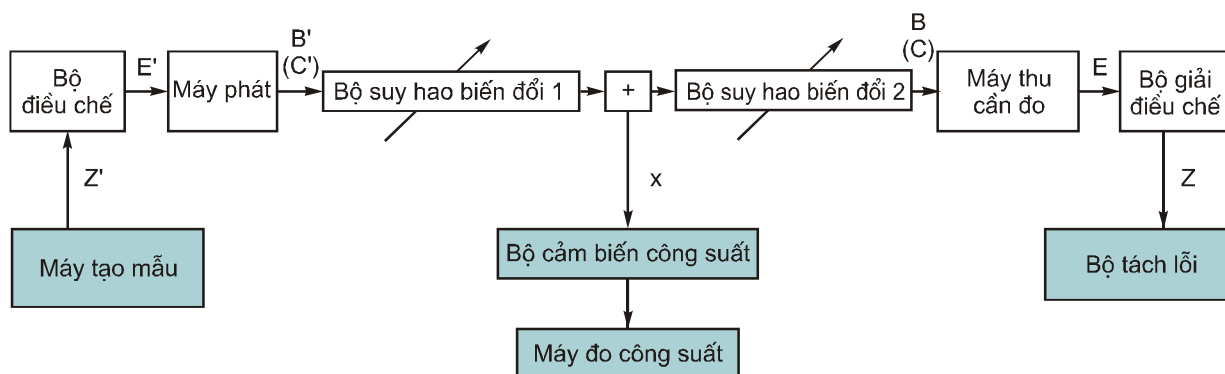
Mục đích

Để hiệu chuẩn bước nhảy giả tương ứng với mức tín hiệu của máy thu (RSL).

Thiết bị đo

Máy đo và cảm biến công suất.

Cấu hình hiệu chuẩn



Hình 11: Cấu hình cho các thử tục hiệu chuẩn và đo

Thủ tục hiệu chuẩn

Phải tắt chức năng ATPC hoặc duy trì công suất ra của máy phát không đổi trong suốt quá trình hiệu chuẩn.

Thiết lập giá trị của bộ suy hao 1 tại đầu ra máy phát $B'(C')$ đến giá trị hợp lý (A1). Đo công suất thu được tại đầu ra X của bộ ghép và ghi lại giá trị này (LX1). Ngắt kết nối tại điểm B(C) của máy thu cân đo và nối máy đo công suất vào. Thiết lập giá trị cho bộ suy hao 2 trước máy thu đến một giá trị hợp lý để tạo ra mức công suất nằm trong dải tuyến tính của máy đo công suất. Ghi lại các thiết lập (A2) cho bộ suy hao 2 cũng như giá trị đọc được trên máy đo công suất (LB). Nối lại máy thu vào điểm B(C) đến bộ suy hao 2 cũng như nối lại máy đo công suất vào điểm X là đầu ra của bộ ghép. Mối liên hệ giữa các giá trị A1, LX1 và LB theo A2 tạo nên sự hiệu chuẩn của phòng thử hình 11.

Thực hiện thủ tục hiệu chuẩn với một sóng mang được điều chế hoặc với tất cả sóng mang phát đi trong điều kiện tải đầy đủ (theo công bố của nhà cung cấp thiết bị), chọn cách dễ hơn. Trong trường hợp thứ nhất, tắt (N-1) sóng mang còn lại (của CRS), còn trường hợp sau thì chia công suất máy phát tổng cho N.

5.6.1. Dải mức đầu vào

Yêu cầu

Mức BER phải nhỏ hơn 10^{-3} với dải mức đầu vào lớn hơn 40 dB.

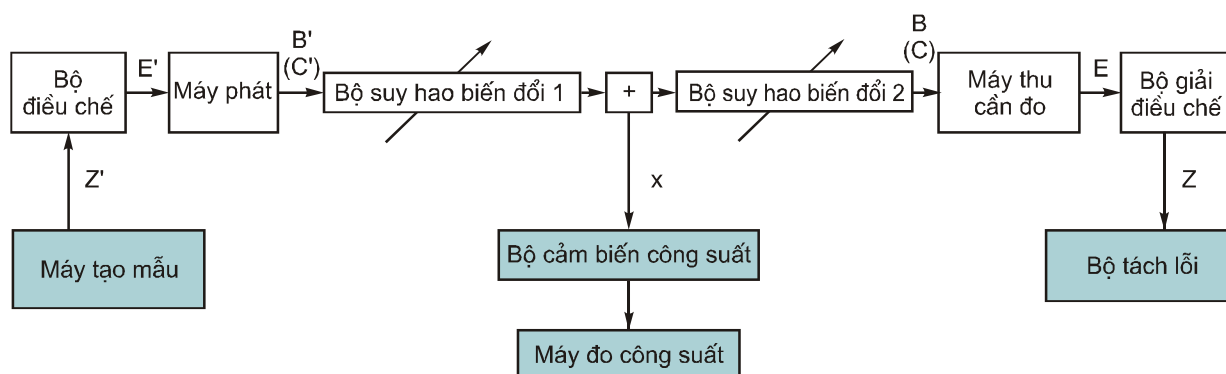
Mục đích

Xác định rằng máy thu đáp chỉ tiêu về BER trong tiêu chuẩn trên toàn bộ dải mức đầu vào máy thu.

Thiết bị đo

- Bộ tạo mẫu/bộ tách lỗi.

Cấu hình đo



Hình 12: Cấu hình phép đo dải mức đầu vào

Thủ tục đo kiểm

Phải đảm bảo rằng kết quả đo không bị ảnh hưởng bởi bất kỳ sự thay đổi nào của mức công suất ra máy phát.

Hướng từ CRS đến TS (Outbound)

Nối bộ tạo mẫu với đầu vào Z' của máy phát và nối bộ tách lỗi với đầu ra Z của máy thu.

Điều chỉnh bộ suy hao 1 và/hoặc bộ suy hao 2 sao cho mức tín hiệu tại điểm B(C) là mức RSL tối thiểu, chỉ tiêu BER phải được đáp ứng. Điều chỉnh cả hai bộ suy hao 1 và 2 sao cho mức tín hiệu tại điểm B(C) là mức RSL cực đại, chỉ tiêu BER cũng phải được đáp ứng.

Tính toán chênh lệch giữa mức RSL cực đại và cực tiểu, đó chính là dải mức đầu vào của máy thu.

Hướng từ TS đến CRS (Inbound)

Xem mục 4.1.1.

5.7. Chất lượng của hệ thống**5.7.1 Dải mức động****Yêu cầu**

Dải mức động phải đủ lớn để duy trì chất lượng của hệ thống dưới các mức mất mát đường dẫn mà hệ thống gặp phải.

Dải mức động của hệ thống phải lớn hơn 50 dB.

Mục đích

Xác định hệ thống có chức năng ATPC đáp ứng các tiêu chuẩn về BER trên một dải mức đầu vào xác định.

Thiết bị đo

- Máy đo công suất, cảm biến công suất;
- Bộ tạo mẫu/ Bộ tách lỗi.

TCN 68 - 236: 2006

Cấu hình đo

Xem hình 12.

Phải đảm bảo rằng đã bật chức năng ATPC.

Thủ tục đo

Thủ tục hiệu chuẩn xem mục 5.6.

Nối bộ tạo mẫu với đầu vào Z' của máy phát BB và nối bộ tách lỗi với đầu ra Z của máy thu BB.

Điều chỉnh bộ suy hao 1 và/hoặc bộ suy hao 2 sao cho mức tín hiệu tại điểm B(C) là RSL cực tiểu, đồng thời phải đáp ứng các chỉ tiêu về BER. Điều chỉnh cả hai bộ suy hao 1 và 2 sao cho mức tín hiệu tại điểm B(C) là RSL cực đại, đồng thời phải đáp ứng các chỉ tiêu về BER.

Dải mức đầu vào động được tính bằng dải mức đầu vào đo được giữa mức đầu vào máy thu cực đại và cực tiểu, tăng so với công bố và dải mức điều khiển đã đo được của ATPC và RTPC (xem mục 5.5.2).

5.7.2. BER như một hàm của mức tín hiệu đầu vào máy thu

Yêu cầu

Với một tín hiệu FDMA, các mức ngưỡng tín hiệu đầu vào máy thu để đạt được một mức BER cho trước, phụ thuộc vào tốc độ truyền dẫn và mức điều chế, sự phụ thuộc đó được thể hiện trong công thức dưới đây:

$$P_c = x + 10 \times \log_{10}(\text{"bit rate"}/\text{Mbit/s})$$

Giá trị của x trong công thức trên cho trong bảng 5.

Thông số tốc độ bit (*bit rate*) ở trên liên quan đến tốc độ truyền dẫn tải (*payload*) của tín hiệu FDMA cần xem xét. Với các tuyến thông tin truyền dẫn liên tục, ví dụ các hệ thống FDD, tốc độ bit liên quan đến kênh truyền dẫn một chiều (từ CRS đến RS hoặc từ RS đến CRS). Đối với các tuyến thông tin truyền tương ứng CRS đến RS và RS đến CRS, ví dụ TDD thì tốc độ bit là tổng của cả hai kênh truyền dẫn (từ BS đến RS và RS đến BS).

Bảng 5: Các giá trị của x khi tính toán ngưỡng BER

Mức BER →	$\leq 10^{-3}$	$\leq 10^{-6}$
Trạng thái điều chế ↓		
4	-93 dBm	-89 dBm
8	-90 dBm	-86 dBm
16	-87 dBm	-82 dBm

Ví dụ, ngưỡng mức tín hiệu vào máy thu cho một kênh 64 kbit/s trong hệ thống FDD cho trong bảng 6.

Bảng 6: Ngưỡng BER cho kênh 64 kbit/s trong hệ thống FDD

Mức BER →	$\leq 10^{-3}$	$\leq 10^{-6}$
Trạng thái điều chế ↓		
4	-105 dBm	-101 dBm
8	-100 dBm	-97 dBm
16	-95 dBm	-92 dBm

Mục đích

Để xác định các mức tín hiệu thu được theo ngưỡng BER phải nằm trong giới hạn của tiêu chuẩn (tại mức tối thiểu của hai mức BER).

Thiết bị đo

- Bộ tạo mẫu/Bộ tách lỗi;
- Máy đo công suất và cảm biến công suất.

Cấu hình đo

Xem hình 13.

Thủ tục đo

Thủ tục hiệu chuẩn xem mục 5.6.

Nối đầu ra của bộ tạo mẫu với đầu vào BB của Tx. Gửi tín hiệu đầu ra BB của Rx đến bộ tách lỗi. Sau đó ghi lại đường cong BER bằng cách thay đổi mức tín hiệu thu được. Xác định rằng RSL, tương ứng với các ngưỡng BER nằm trong giới hạn tiêu chuẩn.

Đối với phép đo bên ngoài CRS phải hoạt động trong điều kiện tải đầy đủ.

Đối với phép đo bên trong máy thu của CRS phải hoạt động trong điều kiện đo như trong mục 4.1.1.

5.7.2.1. Mức BER nền của thiết bị

Mục đích

Xác định rằng mức BER nền của thiết bị thấp hơn giới hạn trong tiêu chuẩn.

Thiết bị đo

- Bộ tạo mẫu/ Bộ tách lỗi;
- Máy đo công suất.

Cấu hình đo

Xem hình 13.

Thủ tục đo

Thủ tục hiệu chuẩn xem mục 5.6.

Tăng mức tín hiệu của máy thu đến mức như trong tiêu chuẩn và kiểm tra tỷ lệ lỗi bit trong khung thời gian qui định, tỷ lệ lỗi bit phải thấp hơn giá trị trong tiêu chuẩn.

TCN 68 - 236: 2006

Đối với phép đo *outbound* CRS phải hoạt động trong điều kiện tải đầy đủ.

Đối với phép đo *inbound* máy thu của CRS phải hoạt động trong điều kiện đo như trong mục 4.1.1.

5.7.3. Độ nhạy can nhiễu (bên ngoài)

Thủ tục đo kiểm sau đây áp dụng để đo độ nhạy can nhiễu cho cả hai hướng từ CRS đến TS và ngược lại.

Đối với phép đo từ CRS đến TS, tối thiểu một máy phát Tx1 hoặc Tx2 phải hoạt động trong điều kiện tải đầy đủ. Các máy thu khác có thể hoạt động với chỉ một tín hiệu sóng mang, chi tiết xem trong 4.1.1.

Đối với phép đo từ TS đến CRS điều kiện về tải xem mục 4.1.1.

Phải thực hiện tất cả các phép đo xung quanh tần số trung tâm của dải RF hoặc trên kênh RF do nhà cung cấp thiết bị công bố.

5.7.3.1 Can nhiễu cùng kênh

Yêu cầu

Giới hạn của can nhiễu cùng kênh (bên ngoài) được cho trong bảng 7, bảng này liệt kê các giá trị S/I tối thiểu ứng với suy giảm 1 dB và 3 dB tại các mức BER 10^{-3} và 10^{-6} trong mục 5.7.2.

Bảng 7: Độ nhạy can nhiễu cùng kênh

BER	Suy giảm	Mức S/I cực tiểu		
		Điều chế 4 trạng thái	Điều chế 8 trạng thái	Điều chế 16 trạng thái
10^{-3}	1 dB	21	24	27
10^{-3}	3 dB	17	20	23
10^{-6}	1 dB	24	27	30
10^{-6}	3 dB	20	23	26

Có thể sử dụng một trong hai phương pháp đo dưới đây.

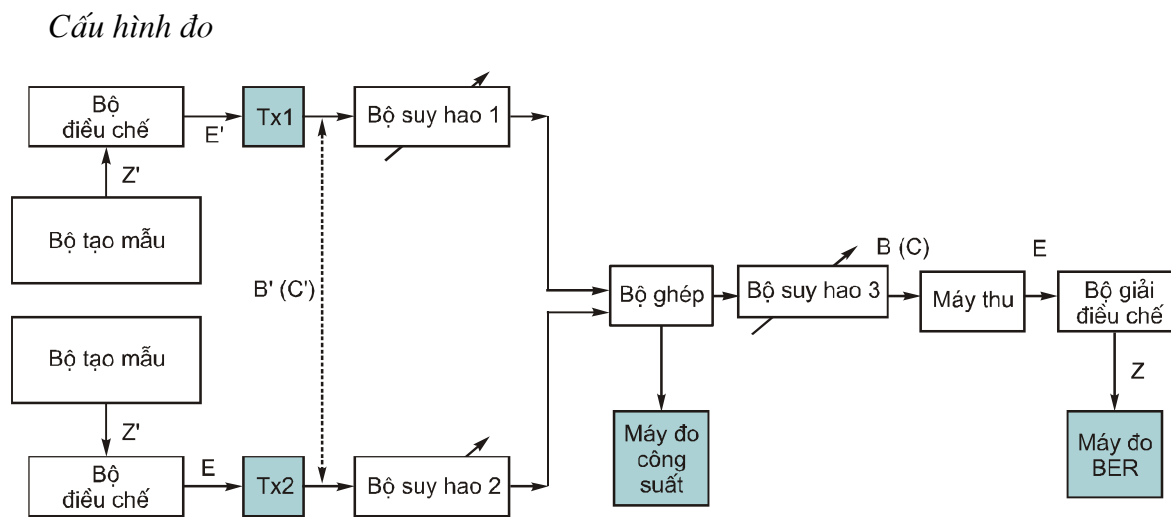
Phương pháp 1

Mục đích

Xác định mức BER tại điểm Z, của hệ thống cần đo, không bị suy giảm dưới mức giới hạn tiêu chuẩn khi có tín hiệu cùng kênh.

Thiết bị đo

- Hai bộ tạo mẫu bit;
- Máy tách lỗi;
- Máy đo công suất, cảm biến công suất.



Hình 13; Cấu hình phép đo độ nhạy can nhiễu cùng kênh (bên ngoài)

Thủ tục đo

Khi thực hiện phép đo này cả hai máy phát phải phát cùng tần số và được điều chế với các tín hiệu khác nhau có cùng đặc tính.

Điều chỉnh bộ suy hao 1 để thiết lập mức tín hiệu, trong khi máy phát Tx2 được đặt ở chế độ chờ (*standby*) (mức tín hiệu bị bỏ qua trong khi hiệu chuẩn), ghi lại mức tín hiệu x.

Mức tín hiệu tại điểm B (C) của hệ thống được đặt đến mức giới hạn thu tương đương với mức BER 10^{-6} theo tiêu chuẩn bằng cách điều chỉnh bộ suy hao 3. Ghi lại giá trị BER.

Bật máy phát Tx2. Điều chỉnh bộ suy hao 2 sao cho mức C/I tại điểm B(C) bằng với mức trong tiêu chuẩn, ghi lại giá trị BER theo C/I như trong tiêu chuẩn. Giá trị BER đo được phải nhỏ hơn hoặc bằng giới hạn trong tiêu chuẩn (điển hình là 10^{-5}).

Phương pháp 2:

Mục đích

Xác định giá trị BER duy trì thấp hơn mức tiêu chuẩn khi có mặt nhiễu giống như tín hiệu được điều chế trên cùng kênh.

Thiết bị đo

Hai bộ tạo mẫu;

Máy tách lỗi;

Máy đo và bộ cảm biến công suất.

Cấu hình đo

Xem hình 13.

Thủ tục đo

Áp dụng thủ tục đo như trên, không cần đặt mức tín hiệu thu cao hơn mức giới hạn RSL 1 dB và 3 dB áp dụng với mức BER 10^{-x} như trong tiêu chuẩn đối với phép đo RSL không nhiễu. Điều này có thể thực hiện được bằng cách thiết lập bộ suy hao 3 một cách phù hợp.

Ghi lại mức công suất và thiết lập bộ suy hao, kiểm tra mức BER phải nhỏ hơn hoặc bằng yêu cầu trong tiêu chuẩn (điển hình là 10^{-6}).

5.7.3.2. Can nhiễu kênh lân cận

Yêu cầu

Giới hạn của can nhiễu kênh lân cận (bên ngoài) được liệt kê trong bảng 8 áp dụng cho tín hiệu can nhiễu giống tín hiệu được điều chế, bao gồm các giá trị S/I tối thiểu ứng với các suy giảm 1 dB và 3 dB tại các mức BER 10^{-3} và 10^{-6} cho trong mục 5.7.2.

Bảng 8: Độ nhạy can nhiễu kênh lân cận

BER	Suy giảm	Mức S/I cực tiểu		
		Điều chế 4 trạng thái	Điều chế 8 trạng thái	Điều chế 16 trạng thái
10^{-3}	1 dB	-3	-3	-3
10^{-3}	3 dB	-7	-7	-7
10^{-6}	1 dB	0	0	0
10^{-6}	3 dB	-4	-4	-4

Có hai phương pháp để thực hiện phép đo này.

Phương pháp 1:

Mục đích

Xác định mức BER tại điểm Z, của máy thu cần đo, duy trì thấp hơn tiêu chuẩn khi có mặt nhiễu giống như tín hiệu được điều chế trên kênh lân cận.

Thiết bị đo

Như trong phép đo độ nhạy can nhiễu cùng kênh.

Cấu hình đo

Như trong phép đo độ nhạy can nhiễu cùng kênh (xem hình 13).

Thủ tục đo

Thủ tục hiệu chuẩn và phương pháp đo cơ bản xem mục 5.6 và 5.7.3.1. Tín hiệu gây nhiễu tại vị trí kênh RF lân cận với sóng mang gần với tín hiệu sóng mang mong muốn. Mức của tín hiệu gây nhiễu giống như tín hiệu gây nhiễu trong thủ tục đo can nhiễu cùng kênh.

Kiểm tra BER phải nhỏ hơn hoặc bằng giá trị trong tiêu chuẩn (điển hình là 10^{-5}). Trong phép đo này nhà cung cấp phải công bố bố trí sóng mang trong kênh RF.

Phương pháp 2:

Mục đích

Xác định giá trị BER duy trì thấp hơn giới hạn trong tiêu chuẩn khi có mặt nhiễu giống như tín hiệu được điều chế trên kênh lân cận.

Thiết bị đo

- Hai bộ tạo mẫu;
- Máy tách lỗi;
- Máy đo và sensor công suất.

Cấu hình đo

Xem hình 13.

Thủ tục đo

Áp dụng thủ tục đo phương pháp 1 như trên, không cần đặt mức tín hiệu thu cao hơn mức yêu cầu 1 dB và 3 dB với mức BER 10^{-x} như trong tiêu chuẩn. Điều này có thể thực hiện được bằng cách thiết lập bộ suy hao 3 một cách phù hợp.

Ghi lại mức công suất và thiết lập bộ suy hao, kiểm tra mức BER phải nhỏ hơn hoặc bằng yêu cầu trong tiêu chuẩn (điển hình là 10^{-6}).

*5.7.4. Can nhiễu CW**Yêu cầu*

Đối với một máy thu hoạt động tại mức RSL xác định áp dụng cho ngưỡng BER 10^{-6} , việc thêm vào một bộ tạo nhiễu CW tại mức +30 dB so với tín hiệu mong muốn và tại bất kỳ tần số nào lên đến 2 GHz, ngoại trừ các tần số cách tần số trung tâm của kênh lên đến 450% khoảng cách kênh đồng cực (*co-polar*), không được gây ra một sự suy giảm hơn 1 dB so với ngưỡng BER.

Phép đo này được thiết kế để xác định các tần số tại đó máy thu có thể có đáp ứng giả, ví dụ tần số ảo, hài của bộ lọc máy thu... Dải tần số đo kiểm thực phải được điều chỉnh phù hợp.

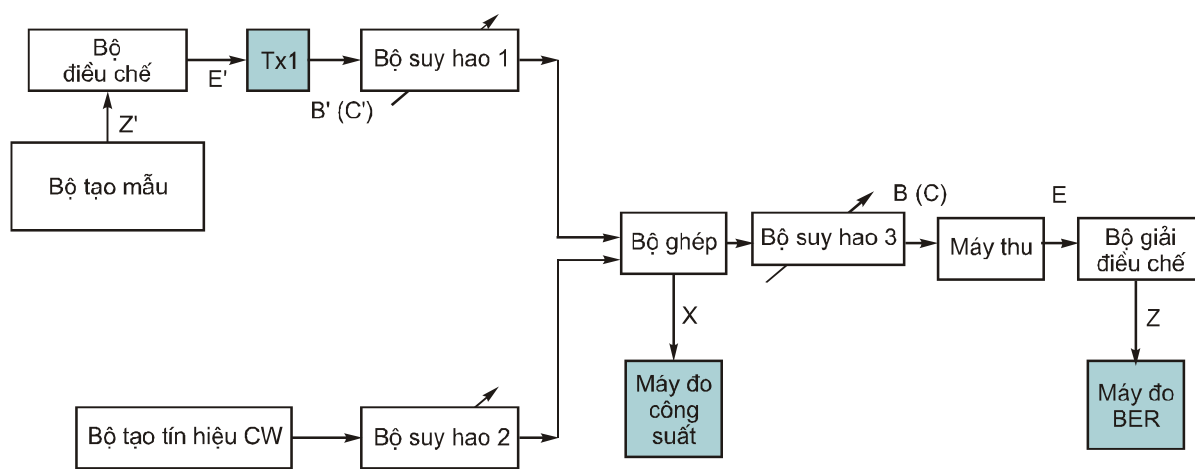
Thực hiện phép đo cả hai hướng (*outbound* và *inbound*).

Mục đích

Phép đo này để xác định các tần số tại đó máy thu có đáp ứng giả, ví dụ tần số ảo, hài của bộ lọc máy thu... Dải tần số của phép đo phải phù hợp với chỉ tiêu trong tiêu chuẩn.

Thiết bị đo

- Bộ tạo mẫu
- Máy tách lỗi;
- Bộ tạo tín hiệu;
- Máy đo công suất, cảm biến công suất.

Cấu hình đo

Hình 14: Cấu hình phép đo can nhiễu tạp CW

Thủ tục đo

Tất đầu ra của bộ tạo tín hiệu, áp dụng thủ tục hiệu chuẩn trong mục 5.6.

Tắt máy phát. Hiệu chuẩn bộ tạo tín hiệu CW trên dải tần số yêu cầu tại mức cao hơn mức tín hiệu x dB, với x là mức tăng của tín hiệu CW so với mức tín hiệu thu tại mức BER trong tiêu chuẩn (thường là 10^{-6}).

Bật máy phát Tx1.

Khẳng định BER không vượt quá giá trị cho trong tiêu chuẩn khi bộ tạo tín hiệu quét trên dải tần số yêu cầu tại mức hiệu chuẩn, có tính đến các băng ngoại trừ quy định trong tiêu chuẩn.

Phải ghi lại bất kỳ tần số nào gây ra BER vượt quá mức trong tiêu chuẩn. Tiến hành hiệu chuẩn lại máy đo khi đo tại các tần số này.

Chú ý 1: Có thể sử dụng bộ tạo tín hiệu theo bước miễn là bước tần số quét không lớn hơn 1/3 băng thông của máy thu cần đo.

Chú ý 2: Phép đo này có thể yêu cầu sử dụng các bộ lọc thông thấp tại đầu ra của bộ tạo tín hiệu để tránh các hài của bộ tạo tín hiệu lọt trong băng tần của máy thu.

Chú ý 3: Nếu tổng thời gian quét quá dài, chấp nhận việc hiệu chuẩn mức nhiễu tạp CW tại (x + 3) dB và tìm kiếm mức tăng BER cực đại (ví dụ 10^{-3} thay cho 10^{-6}). Nếu mức tăng BER cực đại bị vượt quá, tại bất kỳ điểm nào thì phải thực hiện phép đo với bước quét thấp hơn qua các điểm tần số với bộ tạo can nhiễu CW đã hiệu chuẩn tại mức x dB và yêu cầu BER thấp hơn.

6. Giao diện tại thiết bị thuê bao và mạng

Bảng 9 liệt kê các giao diện cho các dịch vụ dữ liệu và thoại khác nhau. Tối thiểu phải có một trong các giao diện này hoạt động trong hệ thống P-MP tuân thủ theo tiêu chuẩn này.

Bảng 9: Các loại giao diện

Giao diện	Tiêu chuẩn tham chiếu
Giao diện thiết bị của người dùng	
Tương tự (hai dây)	Khuyến nghị ITU-T Q.552 /EG 201 188
Tương tự (4 dây + E&M)	Khuyến nghị ITU-T Q.553
Cổng dữ liệu số	Khuyến nghị ITU-T G.703 các xê-ri H, X và V
Giao diện S tốc độ cơ sở ISDN	ETS 300 012
Giao diện U tốc độ cơ sở ISDN	Khuyến nghị ITU-T G.961
Giao diện Ethernet CSMA/CD	ISO/IEC 8802-3
Giao diện mạng	
2 Mbit/s	Khuyến nghị ITU-T G.70
Tương tự (2 dây)	Khuyến nghị ITU-T Q.552 /EG 201 188
Tương tự (4 dây + E&M)	Khuyến nghị ITU-T Q.553
Cổng dữ liệu số	Khuyến nghị ITU-T G.703 các xê-ri H, X và V
Giao diện S tốc độ cơ sở ISDN	ETS 300 012
Giao diện ISDN + thuê bao tương tự + đường thuê riêng 2 Mbit/s	Khuyến nghị ITU-T G.964 V5.1 Khuyến nghị ITU-T G.965 V5.2 EN 300 324 EN 300 47
Giao diện U tốc độ cơ sở ISDN	Khuyến nghị ITU-T G.961
Giao diện Ethernet CSMA/CD	ISO/IEC 8802-3

FOREWORD

The Technical Standard TCN 68 - 236: 2006 "**Point-to-Multipoint digital radio equipment below 1 GHz using FDMA - Technical Requirements**" is based on the standards ETSI EN 301 460-1 V1.1.1 (2000-10), ETSI EN 301 460-4 V1.1.1 (2000-10), ETSI EN 301 126-2-1 V1.1.1 (2000-12) and EN 301 126-2-2 V1.1.1 (2000-11) of the European Telecommunications Standards Institute (ETSI).

The Technical Standard TCN 68 - 236: 2006 is drafted by Research Institute of Posts and Telecommunications (RIPT) at the proposal of Department of Science & Technology and issued following the Decision No. 27/2006/QĐ-BBCVT dated 25/7/2006 of the Minister of Posts and Telematics.

The Technical Standard TCN 68 - 236: 2006 is issued in a bilingual document (Vietnamese version and English version). In cases of interpretation disputes, Vietnamese version is applied.

DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY

**POINT-TO-MULTIPOINT DIGITAL RADIO EQUIPMENT
BELOW 1 GHz USING FDMA
TECHNICAL REQUIREMENTS**

*(Issued together with the Decision No. 27/2006/QD-BBCVT dated 25/7/2006
of the Minister of Posts and Telematics)*

1. Scope

The technical standard specifies the access-unique minimum requirements and standardized test procedures for conformance testing of equipment for Point - to - Multipoint digital radio relay systems applying Frequency Division Multiple Access (FDMA) below 1 GHz.

The system will provide access to both public and private networks (PSTN, PDN...) by means of the various standardized network interfaces (e.g. 2-wire loop, ISDN).

The system may be applied to build access networks by means of a multi cellular architecture, covering rural areas. An important requirement for rural areas is the ability to cope with non line of sight conditions.

The technical standard covers the following typical Point-to-Multipoint (P-MP) applications, delivered directly or indirectly, or in any superimposed transport network layer, including internet multiple access:

the transmission of:

- voice;
- fax;
- voice band data;

related to analogue interfaces and:

- data;
- ISDN BA (2B+D);

related to digital interfaces.

The technical standard defines requirements of radio terminal and radio-relay equipment.

2. Normative references

[1] ETSI EN 301 460-1 V1.1.1 (2000-10) Fixed Radio Systems; Point-to-multipoint equipment; Part 1: Point-to-multipoint digital radio systems below 1 GHz - Common parameters

[2] ETSI EN 301 460-4 V1.1.1 (2000-10) Fixed Radio Systems; Point-to-multipoint equipment; Part 4: Point-to-multipoint digital radio systems below 1 GHz - Additional parameters for FDMA systems

[3] ETSI EN 301 126-2-1 V1.1.1 (2000-12) Fixed Radio Systems; Conformance testing

[4] ETSI EN 301 126-2-2 V1.1.1 (2000-11) Fixed Radio Systems; Conformance testing; Part 2-2: Point-to-Multipoint equipment; Test procedures for FDMA systems

3. Definitions, symbols and abbreviations

3.1. Definitions

Full Capacity Load (FCL): is defined by the maximum number of 64 kbit/s signals or the equivalent which can be transmitted and received by a single CS within a specified RF-bandwidth, fulfilling a given performance and availability objectives in respect to fading conditions

The round trip delay: is defined as the sum of the delay between point F to G plus G to F in figure 1 including any repeaters as appropriate.

3.2. Symbols

dB	decibel
dBm	decibel relative to 1 mW
GHz	GigaHertz
km	kilometre
Mbit/s	Megabit per second
MHz	MegaHertz
ns	nanosecond
ppm	parts per million

3.3. Abbreviations

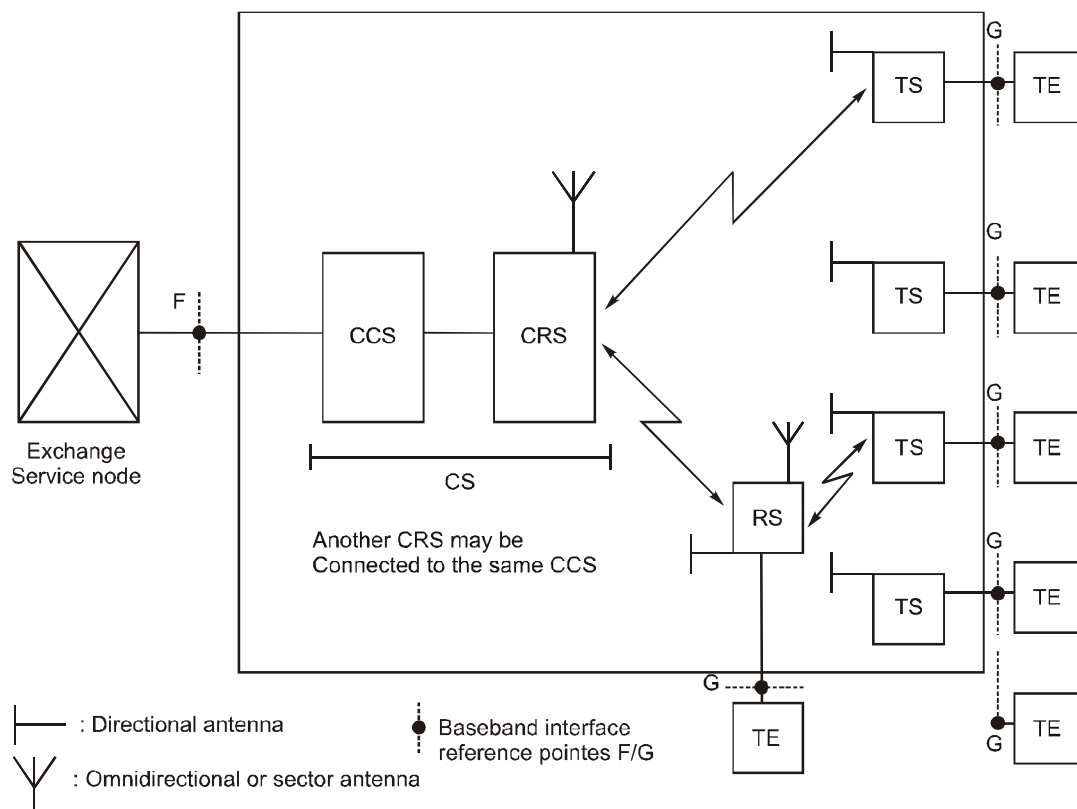
ATPC	Automatic Transmit Power Control
BA	Broadcast Control Channel Allocation
BER	Bit Error Rate
CCS	Central Controller Station
CRS	Central Radio Station
CS	Central Station
CW	Continuous Wave
DAMA	Demand Assigned Multiple Access
DS-CDMA	Direct Sequence Code Division Multiple Access
EMC	ElectroMagnetic Compatibility
FCL Full	Capacity Load
FDD	Frequency Division Duplex
FDMA	Frequency Division Multiple Access
FH	Frequency Hopping
FH-CDMA	Frequency Hopping Code Division Multiple Access
ISDN	Integrated Service Digital Network
ITU	International Telecommunications Union
LO	Local Oscillator
MOS	Mean Opinion Score
P-MP	Point to Multipoint
PSTN	Public Switched Telephone Network
QDU	Quantization Distortion Unit
RF	Radio Frequency

RS	Repeater Station
RSL	Receive Signal Level
Rx	Receiver
TDD	Time Division Duplex
TDMA	Time Division Multiple Access
TE	Terminal Equipment
TM	Transmission and Multiplex
TMN	Telecommunications Management Network
TS	Terminal Station
Tx	Transmitter

4. General characteristics

4.1 General system architecture

The central station performs the interconnection with the local switching exchange (service node) carrying out a concentration function by sharing the total number of available channels in the system. The central station is linked either directly to all Terminal Stations (TS) or via a Repeater Station (RS) by radio transmission paths. Whenever an existing digital transmission link is available, the network radio implementation can be optimized by separating the CCS installed at the exchange site and the CRS.



- Note 1:* A CRS may be equipped with more than one transceiver.
- Note 2:* Central Controller Station (CCS) may control more than one Central Radio Station (CRS).
- Note 3:* A TS may serve more than one TE.

Figure 1: General system architecture

The RF-System block diagram shows the point to point connection of the P-MP transceiver between the CRS and one TS and vice versa, as illustrated in figure 2.

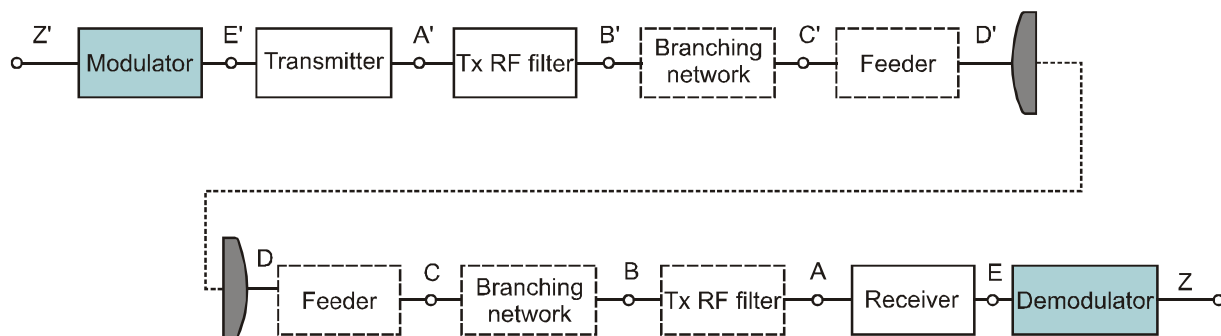


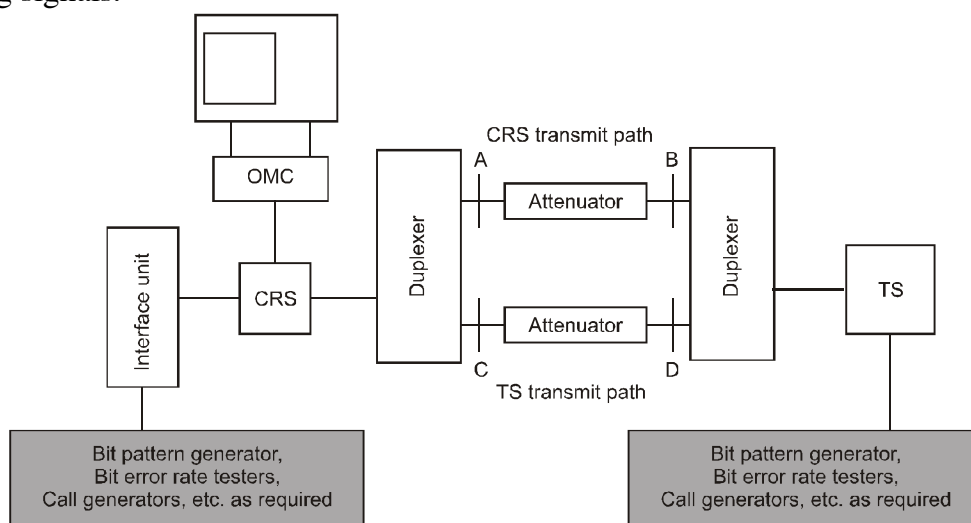
Figure 2: RF System Block diagram

Note: The points shown above are reference points only; points B, C and D, B', C' and D' may coincide.

4.1.1. General test configuration

P-MP equipment is designed to operate as an access system connected to a network node (e.g. local switch) and user terminal equipment's (figure 1). The individual conformance tests are made in a single link direction (figure 2) but for certain tests, e.g. for equipment to set up signalling, both forward and reverse links have to operate, the minimum equipment arrangement for tests with only one subscriber is shown in figure 3, where the forward and return RF paths are separated by a pair of duplexers and separate attenuators are inserted in each path. In the absence of any more specific instructions from the supplier it is suggested that the links are operated at threshold (RSL) + n dB where n is half of the link dynamic range except when the receiver is being tested. The other receiver(s) should continue to be operated at threshold (RSL) + n dB.

Calibrated splitters or directional couplers will be inserted at points A, B, C and D (figures 3 and 4) as required for the individual tests, either to provide test points or sources of interfering signals.



Note: TDD systems may only require a single path with one attenuator.

Figure 3: Test configuration for a single Terminal Station

Note 1: Calibrated splitters or directional couplers will be inserted at points A, B, C and D as required for the individual tests, either as test points or as sources of interfering signals.

Note 2: When measuring the TS transmitter to demonstrate that it meets the emission mask and spurious emissions limits, the splitter network will have only one TS connected and this network may be removed.

Note 3: The P-MP systems to be tested are duplex systems and features such as time/frequency synchronization and APC require both paths to be functioning correctly. To ensure that the results of measurements on either the forward or return paths, e.g. receiver RSL, are not influenced by conditions in the other path it may be necessary to provide lower attenuation, or raise the transmitter power, in this other path. In the absence of any more specific instructions from the supplier it is suggested that this other path is operated at threshold (RSL) + n dB.

All the test procedures, presented in the following subclauses below, shall apply to both CRS(s) and TS(s), unless otherwise stated. Unless otherwise stated, all essential requirements (ER) tests shall be undertaken at the nominal and extremes of power supply and environmental parameters and at maximum output power. RF power, spectrum and frequency measurements shall be undertaken at low, medium and high frequencies within the declared range of frequencies. These RF frequencies may be selected by remote control or otherwise.

Central or remote stations incorporating integral antennas shall be provided with an appropriate coaxial or waveguide transition by the supplier in order to facilitate the measurements described.

For tests where the simultaneous use of several TSs is necessary, then an arrangement similar to that shown in Figure 4 is required. To enable communication the traffic load may be simulated and facilities such as remote loop back may be used to route traffic through the system.

This arrangement ensures that the system operates in a normal manner similar to its configuration for measurements such as transmitter mask and RSL.

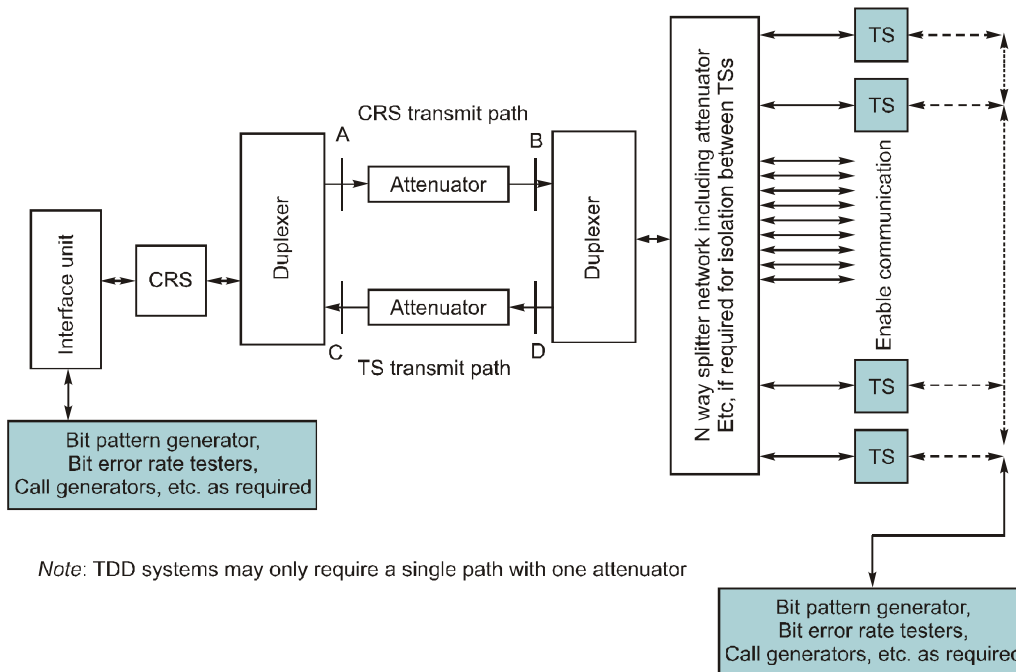


Figure 4: Test Configuration for multiple Terminal Stations

4.2. Frequency bands and channel arrangements

Frequency bands for rural P-MP systems are specified in regulations of Radio Frequency Department (RFD).

Table 1 shows possible frequency bands below 1 GHz, which could be used for rural P-MP applications.

Table 1: Frequency bands

146 MHz to 174 MHz
335.4 MHz to 380 MHz
410 MHz to 430 MHz
440 MHz to 470 MHz
870 MHz to 890 MHz / 915 MHz to 935 MHz.

4.2.1. Channel plan

Channel plans shall be consistent with RFD's allocations and constraints.

4.2.2 Duplex methods

FDD or TDD duplex methods may be used.

4.3. Compatibility requirements

There is no requirement to operate the CS from one manufacturer with the TS and RS from another manufacturer.

4.4. Transmission error performance

The equipment covered by the present document should be designed to be able to meet the network performance requirements foreseen by ITU-R Recommendations F.697-2, local grade national portion (access or short haul) of the digital connection following the criteria defined in ITU-T Recommendation G.821.

4.5. Environmental conditions

ETS 300 019 which defines weather protected and non-weather protected locations, classes and test severity.

The manufacturer shall state which class the equipment is designed to withstand.

4.5.1. Equipment within weather protected locations (indoor locations)

The equipment intended for operation within temperature controlled locations or partially temperature controlled locations shall meet the requirements of ETS 300 019 classes 3.1 and 3.2 respectively.

Optionally, the more stringent requirements of ETS 300 019 classes 3.3 (Non temperature controlled locations), 3.4 (Sites with heat trap) and 3.5 (Sheltered locations) may be applied.

4.5.2. Equipment for non weather-protected locations (outdoor locations)

Equipment intended for operation in non-weather protected locations shall meet the requirements of ETS 300 019, class 4.1 or 4.1E.

TCN 68 - 236: 2006

For systems supplied within a specific radio cabinets which gives full protection against precipitation, wind, etc. the ETS 300 019 classes 3.3, 3.4 and 3.5 may be applied also for equipment intended for operation in non-weather protected locations.

4.6. Power supply

If the power supply operates at one or more nominal voltage ranges foreseen by ETS 300 132, then the power supply interface shall be in accordance with the corresponding parts of that standard. For 230 V_{AC} and 48 V_{DC} the interfaces shall be in accordance with the characteristics foreseen by ETS 300 132 part 1 and part 2, respectively.

Note: Some applications may require power supply voltage ranges that are not covered by ETS 300 132.

4.7. Electromagnetic compatibility

Fixed Service equipment shall operate under the conditions specified in EN 300 385.

4.8. TMN interfaces

TMN interface, if any, shall be in accordance with ITU-T Recommendation G.773.

4.9. Synchronization of interface bit rates

Systems employing digital interfaces shall include methods enabling internal and external synchronization to the network. Synchronization tolerance should meet the requirements of ITU-T Recommendations G.810 and G.703.

4.10. Branching / feeder / antenna requirements

4.10.1 Antenna port characteristics

4.10.1.1. RF interface

If the RF interface (points C and C' in figure 2) is accessible it shall be coaxial 50 Ω type. The connector shall conform with IEC 60169-3 or IEC 60339.

4.10.1.1 Return loss

If the RF is accessible (points C and C' in figure 2), the return loss at those points shall be more than 10 dB at the reference impedance.

5. System parameters

5.1. System capacity

The system capacity parameter considered in the present document is the transmission capacity of the CS, which is the maximal payload bit rate transmitted over the air between a given CS and its associated remote stations (TSs and RSs).

The manufacturer shall declare the system capacity.

5.2. Round trip delay

The round trip delay for a 64 kbit/s traffic channel shall not exceed 20 ms.

Longer round trip delays may result at other bit rates and when using speech coding at rates lower than 64 kbit/s. In order to guarantee that the delay, introduced by the system into

the transmission network does not degrade the quality of the telephone communication, compliance to ITU-T Recommendation G.131 shall be ensured.

5.3. Transparency

The system shall be fully transparent: the network node and the subscriber equipment (points F and G in figure 1) communicate with each other without being aware of the radio link.

5.4. Voice coding methods

One of the following coding methods should be used:

- 64 kbit/s CCITT Recommendation G.711;
- 32 kbit/s ITU-T Recommendation G.726;
- 16 kbit/s ITU-T Recommendation G.728;
- 8 kbit/s ITU-T Recommendation G.729;
- 5.3 kbit/s to 6.3 kbit/s ITU-T Recommendation G.723.1.

Other voice coding methods may be employed if the quality, (measured for example in Quantization Distortion Units (QDU) or Mean Opinion Score (MOS) shall be equivalent to the above.

5.5. Transmitter characteristics

All transmitter characteristics are referred to a system under any traffic load conditions.

The values and measurements are referred to point C' of figure 2.

Measurements shall be made when the CRS (at least one transceiver equipment) is under full load conditions, to be declared by the manufacturer.

A BER lower than or equal to 10^{-6} shall be achieved at a receive signal level stated in subclause 5.7.2.

The specified transmitter characteristics shall be met with the appropriate input signals applied at point A or B of figure 2.

General remarks:

Measurement procedures for transmitter characteristics (CRS).

For the measurement of the tests stated below the equipment (CRS) shall provide the maximum nominal output power stated by the supplier or another output power appropriate for the applied test. Furthermore the number of the carriers (N) of the central radio station modulated with the maximum bit rate each and the same modulation scheme is declared by the supplier.

The specified parameters are tested under Full Load Conditions.

Each carrier using the same modulation scheme shall provide an output power equal to $1/N$ of the maximum nominal output power declared by the supplier. The transmission capacity of the CRS shall be equally distributed among the N single carriers.

Note: For the RF spectrum measurement (see subclause 5.5.4) the link (CRS → TS) has to be installed and the bit error rate of the wanted receiver signal has to be $< 10^{-x}$ with a signal level specified in the relevant product standard.

TCN 68 - 236: 2006

Measurement procedures for transmitter characteristics (TS).

The transmitter characteristics of the TS shall be verified in measuring only one TS being the representative for all TS under the limit values of Full Load Conditions declared by the supplier. The spectrum mask of the TS shall be verified according to the spectrum mask declared by the supplier.

5.5.1. Maximum transmitter output power

Limit

The maximum mean transmitter output power (average, for CRS, RS and TS) shall not exceed +43 dBm. Care shall be taken that the system EIRP defined in the Radio Regulations is not exceeded.

Objective

Verify that the maximum nominal output average power measured at reference point B' or C' is within the supplier declared value plus / minus the standard tolerance and does not exceed the maximum value stated in the standard.

Test instruments

Average Power Meter or an appropriate alternate.

Test Configuration



Figure 5: Test configuration for transmitter output power measurements

Test Procedure

With the transmitter power level set to maximum, the average output power of the transmitter at point B (C') is to be measured.

5.5.2. Minimum nominal output power

Objective

Verify that the minimum output average power of equipment, fitted with power control circuitry, measured at reference point B' or C' is within the specified limit of the declared value.

Test Instruments

As for the maximum nominal output power test.

Test Configuration

As for the maximum nominal output power test.

Test Procedure

With the transmitter power level set to minimum the transmitter output at B' (C') is to be measured. Full account shall be taken of all losses between the test point and power meter.

5.5.3. Automatic Transmit Power Control (ATPC)

ATPC is considered to be an optional feature. Equipment with ATPC will be subject to manufacturer declaration of the ATPC ranges and related tolerances. Testing shall be carried out with output power level corresponding to:

- ATPC set manually to a fixed value for system performance;
- ATPC set at maximum provided power for Tx performance.

Objective

When ATPC is implemented, the control loop is to be checked for satisfactory operation i.e.: Tx output power is related to the input level at the far receiver.

Test Instruments

As for maximum power test.

Test Configuration

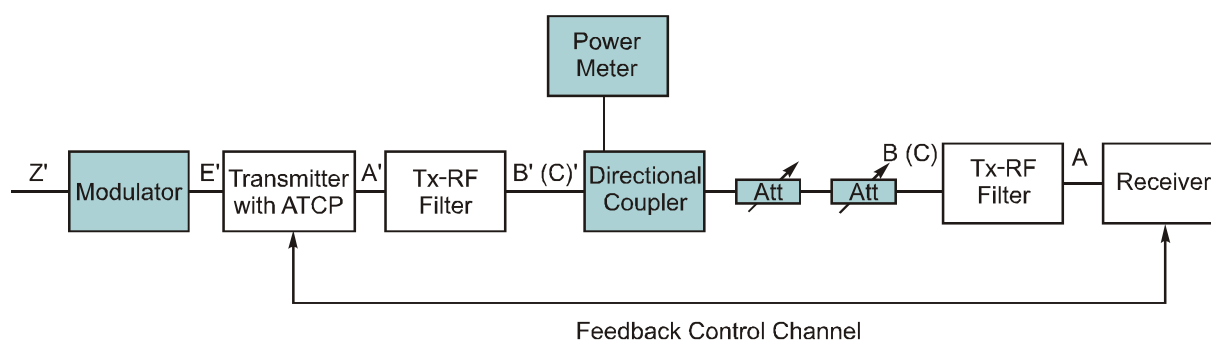


Figure 6: Test configuration for transmitter max. / min. output power measurements where ATPC is implemented (ATPC set to automatic)

Test Procedure

All equipment fitted with automatic power control shall be checked for satisfactory closed loop operation. Attenuator B, initially set to produce the minimum transmitter output level is to be increased until the transmitter reaches its maximum output level. Throughout the transmitter's power range the receiver input level is to be maintained within the limits stated in the relevant standard or supplier guaranteed operating criteria. The test is to be repeated to verify that the automatic power control performance, between maximum transmitter power and minimum transmitter power meets the standard or supplier's performance limits.

The power control range and the function of the ATPC are declared by the supplier.

5.5.4. RF spectrum mask

5.5.4.1. RF spectrum mask for the central radio station

RF spectrum mask measurements are to be conducted at the lowest, mid-band and highest channel of the unit under test.

Objective

To verify that the output spectrum is within the specified limits of the relevant standard for the CRS and within the declared mask for the TS.

Test Instruments

- Spectrum Analyser.
- Plotter.

Test Configuration



Figure 7: Test configuration for spectrum mask

Test Procedure

The transmitter output port shall be connected to either a Spectrum Analyser via an attenuator or an artificial load with some means of monitoring the emissions with a Spectrum Analyser. The Spectrum Analyser shall have a variable persistence display or digital storage facility. The resolution bandwidth, frequency span, scan time and video filter settings of the Spectrum Analyser are to be set in accordance with the relevant standard.

With the transmitter modulated by a signal having the characteristics given in the relevant standard, the Tx power density shall be measured by the Spectrum Analyser and plotter. Where possible, transmitter spectral power density plots at the lowest, mid-band and highest channels, are to be recorded. In addition, plots shall be taken at normal and extreme power supply voltages at the ambient temperature and environmental extremes.

The spectrum of a single carrier has to be verified at both edges of the spectrum mask for the RF channel of the relevant product standard.

The values for the Spectrum Analyser settings are listed in tables 2 (referring to the RF channel spacing) and 3 (referring to the carrier spacing of a multicarrier signal).

*Table 2: Spectrum Analyser settings for RF Power Spectrum Measurement
RF-channel spacing*

RF channel spacing, MHz	< 1.75	1.75 to 20	> 20
Centre frequency	Actual	Actual	Actual
Sweep width, MHz	Note	Note	Note
Scan time	Auto	Auto	Auto
IF bandwidth, kHz	30	30	100
Video bandwidth, kHz	0.1	0.3	0.3
<i>Note : 5 x channel spacing < sweep < 7 x channel spacing</i>			

The Spectrum Analyser settings of table 2 are to be used when measuring the spectrum according to the RF-channel spacing fs.

The Spectrum Analyser settings according to table 3 is stated to verify that the modulated carrier at the lower or the higher RF channel spacing edge of a multicarrier signal doesn't exceed the spectrum mask.

Table 3: Spectrum Analyser settings for RF Spectrum Measurement at the lower and the higher RF channel spacing edge of a multicarrier signal

RF channel spacing f_s , MHz	≤ 0.5	$0.5 < f_s \leq 1$
Centre frequency	Actual	Actual
Sweep width, MHz	1	3
Sweep time	Auto	Auto
IF bandwidth, kHz	10	30
Video bandwidth, kHz	0.03	0.1

To measure the spectrum mask of the TS, declared by the supplier, the Spectrum Analyser settings shall be used according to the bandwidth of the modulated signal of the TS.

Limit

The 0 dB level shown on the spectrum masks is the maximum of the modulated spectrum disregarding residual carriers.

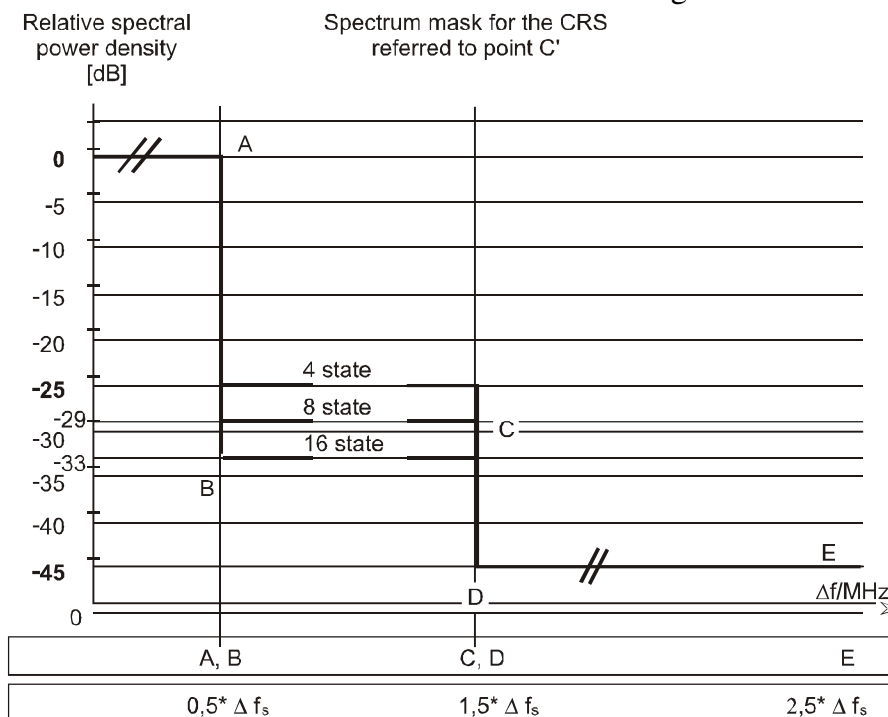
General test load conditions to measure the spectrum mask for the CRS transceiver:

Number (N) of carriers transmitted over one CRS transceiver should correspond with the FCL of the measured CRS. The number N shall be declared by the manufacturer;

- The output power of the CRS shall be equally distributed among the N single carriers;
- The capacity of the CRS shall be equally distributed among the N single carriers.

Note: The above are test load conditions. Under operational conditions, capacity and output power are usually adjusted to actual requirements, which might result in unequally distributed between carriers.

The spectrum mask for the CRS transceiver is shown in figure 8.



Note 1: The different spectral power density levels for C are related to different modulation schemes.

Note 2: Frequency tolerances are not included in the mask.

Δf_s : RF-channel spacing (co-polar) between the centre frequencies of two adjacent CRS.

Figure 8: Spectrum mask for the CRS

TCN 68 - 236: 2006

The spectrum analyser settings for measuring the RF spectrum mask are listed in table 4.

Table 4: Spectrum analyser settings for RF power spectrum measurement

Resolution BW	Video BW	Scan Time
30 kHz	300 Hz	10 sec

5.5.4.2. RF Spectrum mask for the terminal station and the repeater station

The RF spectrum mask for the TS and the RS shall comply with the spectrum mask for the CRS transceiver.

5.5.5. Radio frequency tolerance

Limit

Radio frequency tolerance should, in principle, meet the achievable requirement of ITU-R Recommendation SM.1045-1, as defined for fixed stations in the appropriate band, however, a frequency tolerance up to ± 20 ppm is still appropriate and may be agreed with the administration concerned. This limit includes both short-term factors and long-term ageing effects. For the purpose of type testing the manufacturer shall state the guaranteed short-term part and the expected ageing part.

Objective

To verify that the transmit frequency of the CRS/TS is within the limits specified in the relevant standard.

Note 1: For systems that do not shut down on loss of synchronization, frequency accuracy should also be measured in the non-synchronized condition.

Where transmitters cannot be placed in the CW condition the supplier is to seek an agreement with the accredited laboratory on the frequency accuracy test method.

The preferred method is to use a frequency counter capable of measuring the centre frequency of one modulated carrier signal. The relative location of the carrier within the RF channel has to be declared by the manufacturer.

When this type of counter is not available the LO frequency is to be measured and the output frequency is to be calculated using the relevant formula.

Frequency accuracy measurements are to be conducted at the lowest, mid-band and highest channel of the unit under test.

Test Instruments

- Frequency Counter.

Test Configuration



Figure 9: Test configuration for frequency accuracy

Test Procedure

The transmitter is to be operated in the CW condition, where possible, and frequency measurements conducted on the channel previously selected by the test house. The measured frequency is to be within the tolerance stated in the relevant standard.

Note 2: The nominal frequency of the CW signal might be at the nominal frequency of the RF channel (the centre of the RF channel) or at a fixed offset from the nominal frequency of the RF channel (for example a non-modulated carrier). In the later case the fixed frequency offset shall be declared by the manufacturer.

5.5.6. Spurious emissions

Limit

According to CEPT/ERC Recommendation 74-01 the spurious emissions are defined as emissions at frequencies which are removed from the nominal carrier frequency more than $\pm 250\%$ of the channel separation. Outside the band of $\pm 250\%$ of the relevant channel separation (CS), the Fixed Service radio systems spurious emission limits defined by CEPT/ERC Recommendation 74-01 together with the frequency range to consider for conformance measurement, shall apply at reference point C.

Objective

To verify that any spurious emissions generated by the transmitter are within the limits quoted in the relevant standard. Spurious emissions are emissions outside the bandwidth necessary to transfer the input data at the transmitter to the receiver of which level may be reduced without affecting the corresponding transfer of information. Spurious emissions include harmonic emissions, parasitic emissions, intermodulation products and frequency conversion products.

Test Instruments

- Spectrum Analyser, Plotter;
- Spectrum Analyser Mixer Units - as required.

Test Configuration

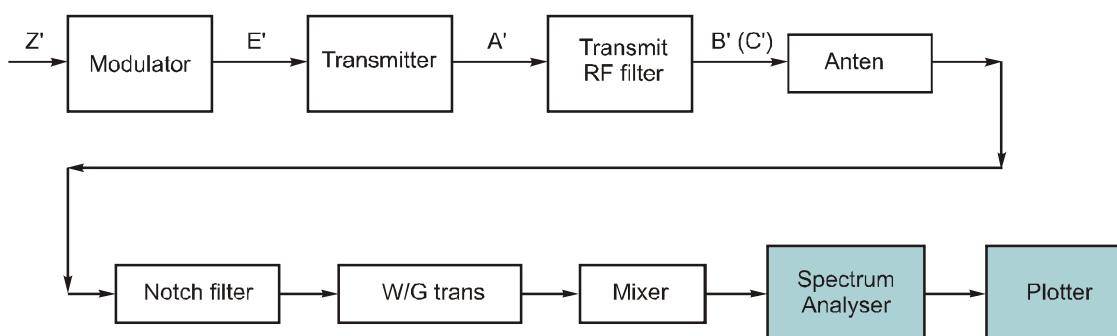


Figure 10: Test configuration for conducted antenna port spurious emissions

Test Procedure

The transmitter output port shall be connected to either a Spectrum Analyser via a suitable attenuator and/or notch filter to limit the power into the front end of the Analyser. In some cases, where the upper frequency limit exceeds the basic operating range of the Analyser, suitable waveguide transitions and mixer will be required. It is important that the circuit between the transmitter and the input to the mixer, or Spectrum Analyser, is characterized over the frequency range to be measured. These losses should be used to set the limit line of the Analyser to a value which ensures that the specification criteria at point C' is not exceeded.

The transmitter is to be operated at the supplier maximum rated output power and the level and frequency of all significant signals are to be measured and plotted throughout the frequency band quoted in the relevant specification. Spurious emissions close to the limit should be plotted over a restricted range, which clearly demonstrates that the signal does not exceed the relevant limit.

The measurement for the TS is performed with one single carrier only.

Note 1: Where a specification states that the spurious emission test is to be conducted with the equipment in the modulated condition, the resolution bandwidth of the Spectrum Analyser is to be set to the level quoted in the specification. The frequency span and scan rate of the Analyser should be adjusted to maintain the noise floor below the limit line and maintain the Spectrum Analyser in the calibrated condition.

Note 2: Measurement of spurious emission levels from equipment operating in the CW condition can be conducted with resolution bandwidth, frequency span and scan rates which maintain the Spectrum Analyser in the calibrated condition while keeping the difference between noise floor and limit line at least 10 dB.

Note 3: Due to the low levels of RF signal and the wide band modulation used in this type of equipment, radiated RF power measurements are imprecise compared to conducted measurements. Therefore where equipment is normally fitted with an integral antenna, the supplier shall supply a documented test fixture that converts the radiated signal into a conducted signal into a 50 Ω termination.

Note 4: The RF conducted signal shall be measured into a 50 Ω coaxial line to the Spectrum Analyser for all frequencies below the operating frequency if below 26.5 GHz. This is to prevent any external waveguide acting as a high pass filter.

5.6. Receiver characteristics

General calibration

Note: This calibration procedure of the receiver signal level (procedures for outbound (CRS to TS) and inbound (TS to CRS) measurements) to be used for the receiver characteristics as well as for the system characteristics, where applicable.

Objective

To calibrate the artificial hop in respect to the receiver signal level (RSL).

Test instruments

- Power sensor and meter.

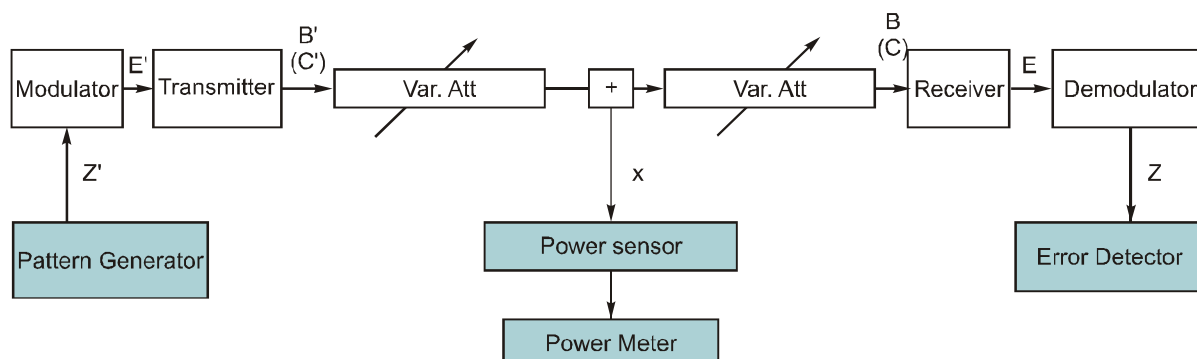
Configuration

Figure 11: Configuration for calibration and measurement procedures

Procedure for Calibration

Make sure that ATPC is switched off/or the transmitter output power be kept fixed during the calibration.

Set the variable attenuator 1 at the transmitter output B'(C') (Figure 11) to a reasonable value (A1). Measure the power received at the decoupled output X of the coupler and record that value (LX1). Disconnect at point B(C) the receiver under test and connect the power meter. Set the variable attenuator 2 in front of the receiver to a useful value which provides a power level in the linear range of the power sensor. Record the setting (A2) of that variable attenuator 2 as well as the power meter reading (LB). Reconnect the receiver at point B(C) to the variable attenuator 2 in front and reconnect the power meter to the decoupled output X of the coupler. The relation between values A1, LX1 and LB with regard to A2 provides a calibration of the test bed of Figure 11.

The calibration of the test bed is performed with a single modulated carrier or with all carriers transmitting according to the full load condition (declared by the manufacturer), whichever is easier to achieve. In the first case the remaining N-1 modulated carriers (of the CRS) are switched off, while in the later case the measured total transmitter power is divided by N.

*5.6.1. Input level range**Limit*

The BER shall be less than 10^{-3} for an input level range which exceeds 40 dB.

Objective (if applicable)

To verify that the receiver meets the BER criteria, given in the relevant specification, over a defined range of receiver input levels.

Test Instruments

- Pattern Generator/Error Detector.

Test Configuration

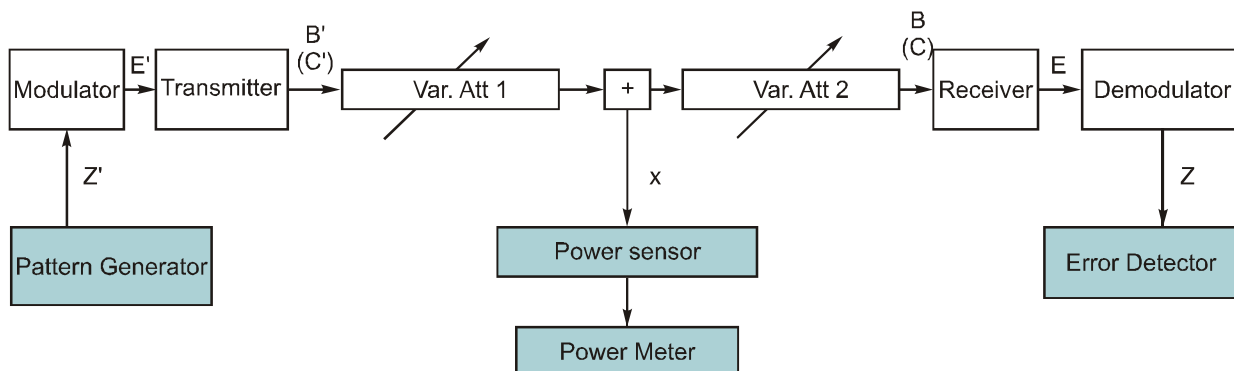


Figure 12: Test configuration for input level range

Test Procedure

Make sure that the measurement result is not affected by any possible change in the transmitter output power level.

Direction CRS to TS (Outbound)

Connect the pattern generator to the transmitter input Z' and the error detector to the receiver output Z .

Adjust the variable attenuator 1 and / or variable attenuator 2 such that the signal level at point B(C) is the minimum RSL, and verify that the BER criterion is met. Adjust both variable attenuators, 1 and 2, such that the signal level at point B(C) is the maximum RSL, and verify that the BER criterion is met.

Calculate the difference between the maximum and minimum RSL which is the input level range of the receiver.

Direction TS to CRS (inbound)

The inbound measurement is performed for TS signals details may be found in subclause 4.1.1.

5.7. System performance

5.7.1. Dynamic level range

Limit

The dynamic level range shall be large enough to enable the system to maintain its performance under the entire range of path loss values the system is defined to cope with.

The dynamic level range shall exceed 50 dB.

Objective (if applicable)

To verify that the system, with ATPC operating (where applicable) meets the BER criteria, given in the relevant specification, over a defined range of input levels.

Test Instruments

- Power Sensor and Meter.
- Pattern Generator/Error Detector.

Test Configuration

See Figure 12.

Make sure that the ATPC is switched on.

Test Procedure

For calibration see subclause 5.6.

Connect the pattern generator to the BB transmitter input Z' and the error detector to the BB receiver output Z.

Adjust the variable attenuator 1 and / or variable attenuator 2 such that the signal level at point B(C) is the minimum RSL, and verify that the BER criterion is met. Adjust both variable attenuators, A1 and A2, such that the signal level at point B(C) is the maximum RSL, and verify that the BER criterion is met.

The dynamic input level range is calculated by the measured input level range between the minimum and the maximum receiver input level, increased by the declared and measured control range of an ATPC or RTPC (see subclauses 5.5.2).

*5.7.2. BER as a function of Receiver input Signal Level**Limit*

For a single FDMA signal, the receiver input signal level thresholds for achieving a given BER performance depends on the transmission rate and on the modulation level, and is given in the following formula:

$$P_c = x + 10 \times \log_{10}(\text{"bit rate"}/\text{Mbit/s})$$

The value of x in the above formula is given in table 5.

The "bit rate" parameter in the above formula refers to the payload transmission rate of the single FDMA signal under consideration. For links with continuous transmission, e.g. FDD systems, "bit rate" refers to one way transmission channel (CRS to RS or RS to CRS). For links systems with alternate CRS to RS and RS to CRS transmission, e.g. TDD, "bit rate" refer to the sum of both transmission channels (BS to RS and RS to BS).

Table 5: Values of x for calculation of BER performance thresholds

BER level →	≤ 10 ⁻³	≤ 10 ⁻⁶
Modulation states ↓		
4	-93 dBm	-89 dBm
8	-90 dBm	-86 dBm
16	-87 dBm	-82 dBm

TCN 68 - 236: 2006

For example, the receiver input signal level thresholds for a 64 kbits/second channel in a FDD system is given in table 6.

Table 6: BER performance thresholds for a 64 kbits/sec channel in an FDD system

BER level →		
Modulation states ↓	$\leq 10^{-3}$	$\leq 10^{-6}$
4	-105 dBm	-101 dBm
8	-100 dBm	-97 dBm
16	-95 dBm	-92 dBm

Objective

To verify that the received signal levels versus BER thresholds are within the limits specified, (at a minimum of two BER levels), in the relevant standard.

Test Instruments

- Pattern Generator/Error Detector.
- Power Sensor and Meter.

Test Configuration

See figure 13.

Test Procedure

For calibration see subclause 5.6.

Connect the pattern generator output to the BB input of the Tx. Send the BB output signal of the Rx to the Error Detector. Then take record of BER curve by varying the received signal level. Verify that the RSL corresponding to the BER thresholds are within the specifications.

For Outbound measurement the CRS shall operated under Full Load Condition.

For inbound measurement the receiver of the CRS has to operate under the test conditions stated in subclause 4.1.1.

5.7.2.1 Equipment background BER

Objective

To verify that the equipment background BER is below the value specified in the relevant EN/ETS.

Test Instruments

- Pattern Generator/Error Detector;
- Power Meter.

Test Configuration

See figure 13 above.

Test Procedure

For calibration see subclause 5.6.

Increase the receiver signal level to the value stated in the relevant standard and check that the bit errors, if any within the time frame stated, are below the value stated in the standard.

For outbound measurements the CRS shall operate under full load conditions.

For inbound measurement, the receiver of the CRS has to operate under the test conditions stated in subclause 4.1.1.

5.7.3. Interference sensitivity (external)

The following test procedures shall be used for measuring the interference sensitivities in both the CRS to Ts and the TS to CRS directions.

For the measurement of the direction CRS to TS at least one of the transmitters Tx1 or Tx2 shall be operated under full load conditions. The other transmitter may be operated with only one carrier signal, details may be found in subclause 4.1.1.

For the measurement of the direction TS to CRS the load condition shall be taken as described in subclause 4.1.1.

All tests shall be carried out around the middle of the RF range of interest where appropriate or on a RF-channel to be declared by the manufacturer.

*5.7.3.1. Co-channel interference**Limit*

The limits of co-channel interference (external) shall be as in table 7, giving maximum S/I values for 1 dB and 3 dB degradation of the 10^{-3} and 10^{-6} BER limits specified in subclause 5.7.2.

Table 7: Co-channel interference sensitivity

BER	Degradation	Minimal S/I level		
		4 state modulation	8 state modulation	16 state modulation
10^{-3}	1 dB	21	24	27
10^{-3}	3 dB	17	20	23
10^{-6}	1 dB	24	27	30
10^{-6}	3 dB	20	23	26

Method 1 or Method 2 should be applied as appropriate to the relevant equipment standard.

Method 1:*Objectives*

To verify that the BER at point Z, of the system under test, does not degrade below the relevant specification limit in the presence of a co channel (co carrier) signal.

Test Instruments

- 2 Bit Pattern Generators;
- Error Detector;
- Power Sensor and meter.

Test Configuration

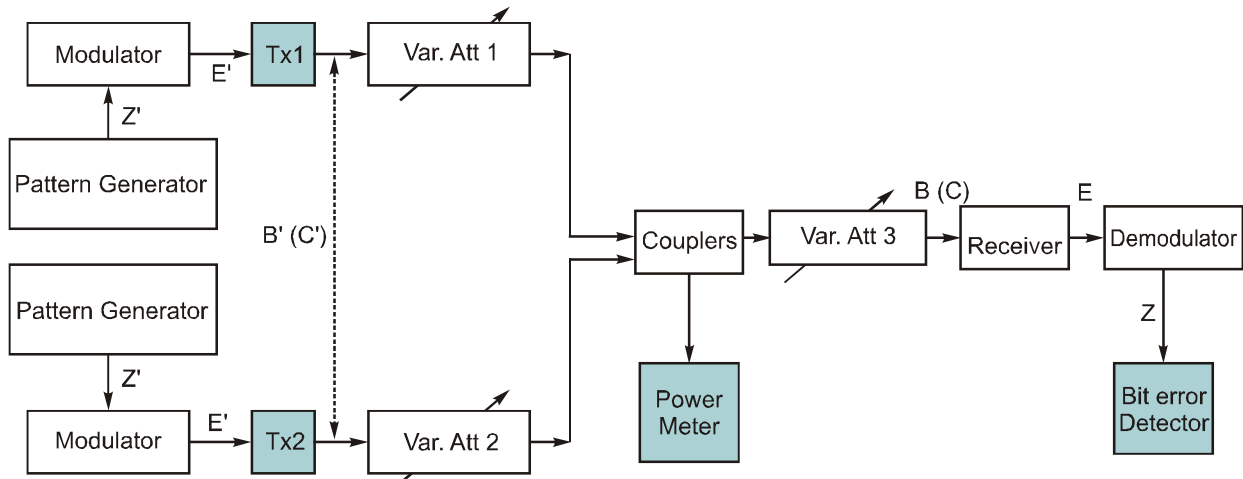


Figure 13: Test configuration for co-channel interference sensitivity - external

Test procedure

During this test both transmitters shall transmit on the same frequency and be modulated with different signals having the same characteristics.

Adjust attenuator 1 to set the signal to a convenient level while Tx 2 is set to standby (signal level to be neglected during calibration). Record the level at X.

The signal level at B (C) of the system under test should be set to the receive limit level equal for a BER of 10^{-6} required by the relevant standard in adjusting the attenuator 3 accordingly. Record the BER value.

Switch Tx 2 on. Adjust attenuator 2 such that a C/I level at B (C) is achieved according to the relevant standard and record the BER for the C/I as stated in the EN/ETS. The BER shall be less or equal to that stated in the relevant EN/ETS (typically 10^{-5}).

Method 2

Objective

To verify that the BER remains below the relevant specification limit in the presence of a co-channel (co-carrier) signal.

Test Instruments

- 2 Pattern Generators;
- Error Detector;
- Power Sensor and Meter.

Test Configuration

See Figure 13.

Test Procedure

Apply the test procedure of Method 1 above, with the exemption of setting the receive signal level to 1 dB and 3 dB above the limit values of the RSL for a BER of 10^{-x} stated in the relevant standard for the interference free RSL measurements. This may be done by setting attenuator 3 accordingly.

Record the power level and the settings of the attenuators. Check that the BER is less or equal to the specified value of the relevant standard (typically BER 10^{-6}).

5.7.3.2. Adjacent channel interference

Limit

The limits of adjacent channel interference (external) shall be as given in table 8 for like modulated signals, giving maximum S/I values for 1 dB and 3 dB degradation of the 10^{-3} and 10^{-6} BER limits specified in subclause 5.7.2.

Table 8: Adjacent channel interference sensitivity

BER	Degradation	Minimal S/I level		
		4 state modulation	8 state modulation	16 state modulation
10^{-3}	1 dB	-3	-3	-3
10^{-3}	3 dB	-7	-7	-7
10^{-6}	1 dB	0	0	0
10^{-6}	3 dB	-4	-4	-4

Method 1 or Method 2 should be applied as appropriate to the relevant equipment standard.

Method 1*Objective*

To verify that the BER at point Z, of the system under test, does not degrade below the relevant specification limit in the presence of an adjacent channel signal.

Test Instruments

Same as co-channel test.

Test Configuration 1

Same as co-channel test (see Figure 13).

Test procedures

For calibration and basic test method see subclauses 5.6 and 5.7.3.1 with the exemption, that the interfering signal is at the adjacent RF channel at a carrier position which

TCN 68 - 236: 2006

is the nearest to the wanted carrier signal and that the interfering signal has a different level from that of the co-channel measurement procedure.

Check that the BER is less or equal to that stated in the relevant standard (typically 10^{-5}). For this test procedure the supplier has to declare the carrier arrangement within the RF channel.

Method 2

Objective

To verify that the BER remains below the specification limit given in the relevant standard in presence of an adjacent channel signal.

Test Instruments

- Pattern Generator;
- Error Detector;
- Power Sensor and Meter.

Test Configuration

See Figure 13.

Test Procedure

Apply the test procedure of Method 1 above, with the exemption of setting the receive signal level to 1 dB and 3 dB above the limit values of the RSL for a BER of 10^{-x} stated in the relevant standard for the interference free RSL measurements. This may be done by setting attenuator 3 accordingly.

Record the power level and the settings of the attenuators. Check that the BER is less or equal to the specified value of the relevant standard (typically BER 10^{-6}).

5.7.4. CW interference

Limit

For a receiver operating at the RSL specified in relevant part for 10^{-6} BER threshold, the introduction of a CW interferer at a level of +30 dB, with respect to the wanted signal and at any frequency up to 2 GHz, excluding frequencies either side of the centre frequency of the RF-channel till up to 450% the co-polar channel spacing, shall not cause a degradation of more than 1 dB of the BER threshold.

This test is designed to identify specific frequencies at which the receiver may have a spurious response, e.g.: image frequency, harmonics of the receive filter, etc. The actual test range should be adjusted accordingly.

This measurement shall be performed for both directions (outbound and inbound).

Objective

This test is designed to identify specific frequencies at which the receiver may have a spurious response e.g. image frequency, harmonic response of the receiver filter etc. The frequency range of the test should be in accordance with the relevant specification.

Test Instruments

- Pattern Generator;
- Error Detector;
- Signal Generator;
- Power Sensor and Meter.

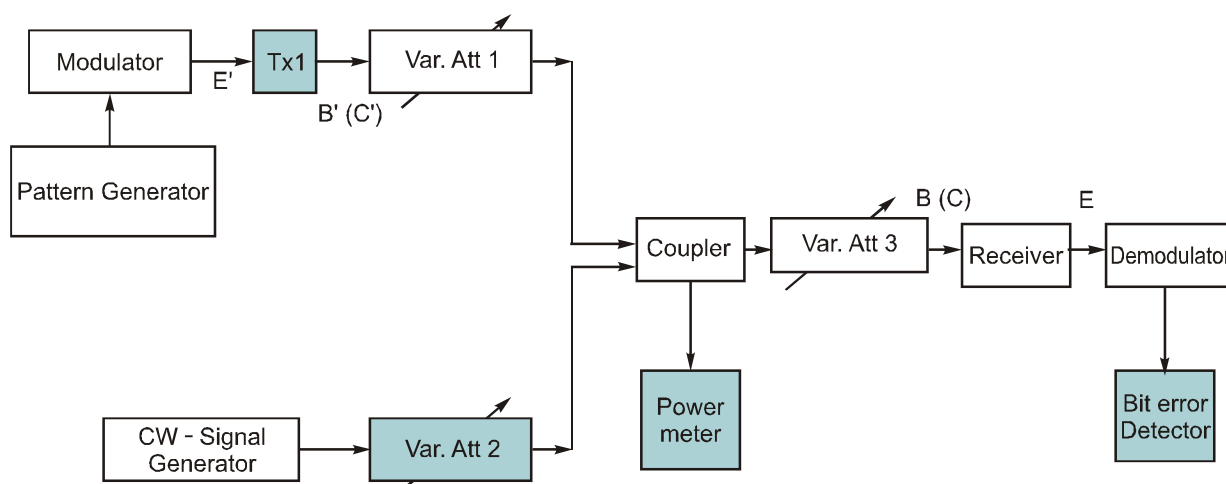
Test Configuration

Figure 14: Test configuration for CW spurious interference

Test Procedure

With the signal generator output turned off, apply the calibration procedure of subclause 5.6 accordingly.

Switch off the transmitter. Calibrate the CW-signal generator across the frequency range required by the standard at a level x dB above the level (dBm), where x is the required increase in level for the interfering CW signal in respect to the receive signal level for a BER (typically 10^{-6}) stated in the relevant standard.

Switch on the transmitter (Tx1).

Confirm the BER does not exceed the value specified in the relevant standard when sweeping the signal generator through the required frequency range at the calibrated level, taking into account any exclusion band stated in the standard.

Any frequencies, which cause the BER to exceed the level stated in the standard, shall be recorded. It is recommended that the calibration be rechecked at these frequencies.

Note 1: Level specified according to the relevant standard. The use of a stepped signal generator is permitted provided that the step size is not greater than one third of the bandwidth of the receiver under test.

Note 2: This test may require the use of low pass filters on the output of the signal generator to prevent harmonics of the signal generator falling into the receiver exclusion band.

TCN 68 - 236: 2006

Note 3: If the total sweep time makes the test very time consuming, it may be acceptable to calibrate the level of the CW spurious interferer at $(x + 3)$ dB and look for an increased maximum BER (e.g: 10^{-3} instead of 10^{-6}). If the increased maximum BER limit is exceeded at any points then a slower sweep shall be performed across those frequency points with the CW interferer calibrated to x dB and the lower BER requirement.

6. Types of interfaces at the subscriber equipment and the network exchange

Table 9 lists a range of interfaces for various voice and data services. At least one of these interfaces shall be implemented in a Point-to-Multipoint (P-MP) system covered by the present document.

Table 9: Types of interfaces/ranges

Interface	Proposed standards
User equipment interfaces	
Analogue (2 wire)	ITU-T Recommendation Q.552 /EG 201 188
Analog (4W + E&M)	ITU-T Recommendation Q.553
Digital data port	ITU-T Recommendation G.703 series H, X and V
ISDN basic rate S interface	ETS 300 012
ISDN basic rate U interface	ITU-T Recommendation G.961
CSMA/CD Ethernet Interface	ISO/IEC 8802-3
Network interfaces	
2 Mbit/s	ITU-T Recommendation G.70
Analog (2 wire)	ITU-T Recommendation Q.552 /EG 201 188
Analog (4w + E&M)	ITU-T Recommendation Q.553
Digital data port	ITU-T Recommendation G.703 series H, X and V
ISDN basic rate S interface	ETS 300 012
ISDN + Analog subscribers + leased lines 2 Mbit/s Interface	ITU-T Recommendation G.964 V5.1 ITU-T Recommendation G.965 V5.2 EN 300 324 EN 300 47
ISDN basic rate U interface	ITU-T Recommendation G.961
CSMA/CD Ethernet Interface	ISO/IEC 8802-3