الاتحـــــــــاد الـــدولـــــــــــي للاتصـــــــــــالات

ITU-T G.666

(2005/07)

قطـــاع تقييس الاتصـــالات
في الاتحاد الدولي للاتصالات

السلسلة G: أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية

خصائص وسائط الإرسال – خصائص المكونات والأنظمة الفرعية البصرية

خصائص معوضات التشتت بأسلوب الاستقطاب (PMD) ومستقبلات–معوضات التشتت PMD

التوصيـــة ITU-T G.666

الاتحاد الدولي للاتصالات

توصيات السلسلة G الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية

التوصيلات والدارات الهاتفية الدولية	G.199 – G.100
الخصائص العامة المشتركة لكل الأنظمة التماثلية بموجات حاملة	G.299 – G.200
الخصائص الفردية للأنظمة الهاتفية الدولية بموجات حاملة على خطوط معدنية	G.399 – G.300
الخصائص العامة للأنظمة الهاتفية الدولية الراديوية أو الساتلية والتوصيل البيني مع الأنظمة على خطوط معدنية	G.449 – G.400
تنسيق المهاتفة الراديوية والمهاتفة السلكية	G.499 – G.450
خصائص وسائط الإرسال	G.699 – G.600
اعتبارات عامة	G.609 – G.600
أزواج كبلات متناظرة	G.619 – G.610
أزواج الكبلات البرية متحدة المحور	G.629 – G.620
الكبلات البحرية	G.649 – G.630
كبلات الألياف البصرية	G.659 – G.650
خصائص المكونات والأنظمة الفرعية البصرية	**G.699 – G.660**
تجهيزات مطرافية رقمية	G.799 – G.700
الشبكات الرقمية	G.899 – G.800
الأقسام الرقمية وأنظمة الخطوط الرقمية	G.999 – G.900
نوعية الخدمة وأداء الإرسال – الجوانب العامة والجوانب المتعلقة بالمستعمل	G.1999 – G.1000
خصائص وسائط الإرسال	G.6999 – G.6000
المعطيات عبر شبكات النقل – الجوانب العامة	G.7999 – G.7000
جوانب شبكة الإثرنت عبر شبكات النقل	G.8999 – G.8000
شبكات النفاذ	G.9999 – G.9000

لمزيد من التفاصيل يرجى الرجوع إلى قائمة التوصيات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات.

خصائص معوضات التشتت بأسلوب الاستقطاب (PMD) ومستقبلات–معوضات التشتت PMD

ملخص

تتضمن هذه التوصية معلمات وتعاريف أجهزة تعويض التشتت بأسلوب الاستقطاب (PMD) اللازمة لإرسال إشارات بصرية والكشف عنها في نظام يظهر مستويات عالية من التشتت PMD تتسبب بخلاف ذلك في انقطاع النظام بمستويات غير مقبولة. ويرد في التوصية وصف لمعوضات التشتت PMD أحادية القناة والمعوضات متعددة القنوات، إلى جانب وصف مستقبلات– معوضات PMD أحادية القناة ومتعددة القنوات. ويمكن الاطلاع على المعلومات المتعلقة بتشكيلات اختبار هذه المعوضات وخيارات تنفيذها في التذييلات الغنية بالمعلومات.

المصدر

وافقت لجنة الدراسات 15 (2005-2008) التابعة لقطاع تقييس الاتصالات في 14 يوليو 2005 على التوصية ITU-T G.666 بموجب الإجراء المحدد في التوصية A.8.

تمهيد

الاتحاد الدولي للاتصالات وكالة متخصصة للأمم المتحدة في ميدان الاتصالات. وقطاع تقييس الاتصالات (ITU-T) هو هيئة دائمة في الاتحاد الدولي للاتصالات. وهو مسؤول عن دراسة المسائل التقنية والمسائل المتعلقة بالتشغيل والتعريفة، وإصدار التوصيات بشأنها بغرض تقييس الاتصالات على الصعيد العالمي.

وتحدد الجمعية العالمية لتقييس الاتصالات (WTSA)، التي تجتمع مرة كل أربع سنوات، المواضيع التي يجب أن تدرسها لجان الدراسات التابعة لقطاع تقييس الاتصالات وأن تُصدر توصيات بشأنها.

وتتم الموافقة على هذه التوصيات وفقاً للإجراء الموضح في القرار رقم 1 الصادر عن الجمعية العالمية لتقييس الاتصالات.

وفي بعض مجالات تكنولوجيا المعلومات التي تقع ضمن اختصاص قطاع تقييس الاتصالات، تعد المعايير اللازمة على أساس التعاون مع المنظمة الدولية للتوحيد القياسي (ISO) واللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC).

ملاحظة

تستخدم كلمة "الإدارة" في هذه التوصية لتدل بصورة موجزة سواء على إدارة اتصالات أو على وكالة تشغيل معترف بها.

والتقيد بهذه التوصية اختياري. غير أنها قد تضم بعض الأحكام الإلزامية (بهدف تأمين قابلية التشغيل البيني والتطبيق مثلاً). ويعتبر التقيّد بهذه التوصية حاصلاً عندما يتم التقيّد بجميع هذه الأحكام الإلزامية. ويستخدم فعل "يجب" وصيغ ملزمة أخرى مثل فعل "ينبغي" وصيغها النافية للتعبير عن متطلبات معينة، ولا يعني استعمال هذه الصيغ أن التقيّد بهذه التوصية إلزامي.

حقوق الملكية الفكرية

يسترعي الاتحاد الانتباه إلى أن تطبيق هذه التوصية أو تنفيذها قد يستلزم استعمال حق من حقوق الملكية الفكرية. ولا يتخذ الاتحاد أي موقف من القرائن المتعلقة بحقوق الملكية الفكرية أو صلاحيتها أو نطاق تطبيقها سواء طالب بها عضو من أعضاء الاتحاد أو طرف آخر لا تشمله عملية إعداد التوصيات.

وعند الموافقة على هذه التوصية، لم يكن الاتحاد قد تلقى إخطاراً بملكية فكرية تحميها براءات الاختراع يمكن المطالبة بها لتنفيذ هذه التوصية. ومع ذلك، ونظراً إلى أن هذه المعلومات قد لا تكون هي الأحدث، يوصى المسؤولون عن تنفيذ هذه التوصية بالاطلاع على قاعدة المعطيات الخاصة ببراءات الاختراع في مكتب تقييس الاتصالات (TSB).

© ITU 2005

جميع الحقوق محفوظة. لا يجوز استنساخ أي جزء من هذه المنشورة بأي وسيلة إلا بإذن خطي من الاتحاد الدولي للاتصالات.

جدول المحتويات

الصفحة

1 مجال التطبيق 1

2 المراجع 1

1.2 المراجع المعيارية 1

2.2 المراجع الغنية بالمعلومات 2

3 التعاريف 2

4 المختصرات 2

5 التشكيلات المرجعية 3

1.5 معوضات خط التشتت بأسلوب الاستقطاب (PMDC) 3

2.5 مستقبلات PMDC 4

6 معلمات معوض التشتت بأسلوب الاستقطاب (PMDC) 4

التذييل I – قياس المعلمات المطبقة على معوضات التشتت بأسلوب الاستقطاب (PMDC) 8

1.I قياس المعلمات المطبقة على مستقبلات PMDC 8

2.I قياس المعلمات المطبقة على معوضات PMDC للخط 10

التذييل II – تنفيذ مستقبلات PMDC أحادية القناة ومتعددة القنوات 10

1.II تنفيذ مستقبلات PMDC أحادية القناة 10

2.II تنفيذ مستقبلات PMDC متعددة القنوات 11

التوصية ITU-T G.666

خصائص معوضات التشتت بأسلوب الاستقطاب (PMD) ومستقبلات– معوضات التشتت PMD

1 مجال التطبيق

تضم هذه التوصية معلمات وتعاريف أجهزة تعويض التشتت بأسلوب الاستقطاب (PMD) اللازمة لإرسال إشارات بصرية والكشف عنها في نظام يظهر مستويات عالية من التشتت PMD. وتشمل أجهزة تعويض التشتت PMD التي تصفها الوثيقة التطبيقات الأحادية القناة والمتعددة القنوات على حد سواء. وتحدد التوصية المتطلبات والمعلمات الرئيسية لمعوضات التشتت PMD (PMDC) من الرتبة الأولى والرتب الأعلى، وتشتمل على خصائص دينامية للتشتت بأسلوب الاستقطاب (PMD). وتميز التوصية معوضات التشتت الخطية (PMDC) عن مستقبلات– معوضات التشتت PMDC التي قد تضم أشكالاً كهربائية وبصرية كذلك لتعويض التشتت PMD.

2 المراجع

1.2 المراجع المعيارية

تضم التوصيات التالية وسائر المراجع الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات (ITU-T) أحكاماً تشكل، من خلال الإشارة إليها في هذا النص، أحكاماً تتعلق بهذه التوصية. وكانت الطبعات المشار إليها في وقت نشرها سارية المفعول. وتخضع جميع التوصيات وغيرها من المراجع للتنقيح؛ ولذلك، يُشجع مستعملو هذه التوصية على تقصي إمكانية تطبيق أحدث طبعة من التوصيات وسائر المراجع المدرجة أدناه. وتُنشر بانتظام قائمة بتوصيات قطاع تقييس الاتصالات (ITU-T) السارية المفعول حالياً. ولا تمنح الإشارة إلى وثيقة معينة داخل هذه التوصية، بوصفها وثيقة مستقلة بحد ذاتها، صفة توصية لهذه الوثيقة.

- التوصية G.650.2 (2005) الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات (ITU-T)، *تعاريف وطرائق اختبار النعوت الإحصائية وغير الخطية للألياف والكبلات أحادية الأسلوب.*
- التوصية ITU-T G.652 (2005)، *خصائص الكبلات والألياف البصرية أحادية الأسلوب.*
- التوصية ITU-T G.653 (2003)، *خصائص الكبلات والألياف البصرية أحادية الأسلوب وذات التشتت المتخالف.*
- التوصية ITU-T G.654 (2004)، *خصائص الكبلات والألياف البصرية أحادية الأسلوب وذات القطع المزحزح.*
- التوصية ITU-T G.655 (2003)، *خصائص الكبلات والألياف البصرية أحادية الأسلوب وذات التشتت المتخالف غير المعدوم.*
- التوصية ITU-T G.656 (2004)، *خصائص الكبلات والألياف البصرية ذات التشتت غير المعدوم المخصصة للنقل بالنطاق العريض.*
- التوصية ITU-T G.661 (1998)، *تعريف المعلمات التنوعية المتصلة بأجهزة المضخمات البصرية وأنظمتها الفرعية وطرائق الاختبار الخاصة بها.*
- التوصية ITU-T G.662 (2005)، *الخصائص التنوعية للأجهزة والأنظمة الفرعية للمضخمات البصرية.*
- التوصية ITU-T G.665 (2005)، *الخصائص التنوعية لمضخمات رامان وأنظمة رامان الفرعية المضخمة.*
- التوصية ITU-T G.671 (2005)، *خصائص الإرسال في المكونات والأنظمة الفرعية البصرية.*
- التوصية ITU-T G.694.1 (2002)، *شبكات الطيف لتطبيقات تعدد الإرسال بتقسيم طول الموجة (WDM): شبكة تردد تعدد الإرسال DWDM.*

2.2 المراجع الغنية بالمعلومات

– توصيات السلسلة G الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات – الإضافة 39 (2003)، *اعتبارات بشأن تصميم الأنظمة البصرية وهندستها*.

3 التعاريف

تعرف هذه التوصية المصطلحات التالية:

1.3 متجه مهلة انتشار المجموعة التفاضلية (DGD) من الرتبة الأولى: يُعرف هذا المتجه $\vec{\Omega}(\omega)$ على أنه التعبير $\vec{\Omega}(\omega) = \tau\,\vec{q}$ بمهلة انتشار المجموعة التفاضلية (DGD) τ والحالة الأساسية لمتجه الاستقطاب $\vec{q}$ داخل مجال ستوكس (Stokes) وهو أحد متجهات الوحدة.

2.3 معدل تغير مهلة انتشار المجموعة التفاضلية (DGD): يُعرف "معدل تغير المهلة DGD" على أنه مشتق المهلة DGD بالنسبة إلى الزمن، أي، $\left|\frac{\partial \tau}{\partial t}\right|$ ، ويُقاس بالوحدة ps/ms.

3.3 سرعة دوران الاستقطاب: "سرعة دوران الاستقطاب" (PRS) هي القيمة المطلقة لتغير زمن متجه ستوكس (Stokes) $\vec{S}$، أي، $PRS = \left|\frac{\partial \vec{S}}{\partial t}\right|$، وتُقاس بالوحدة rad/ms.

4.3 التشتت بأسلوب الاستقطاب (PMD) من الرتبة الثانية: يُعرف هذا التشتت (SOPMD) بالمعادلة $\boldsymbol{SOPMD} = \vec{\Omega}_{\omega} = \tau_{\omega}\vec{q} + \tau\,\vec{q}_{\omega}$. وهو مشتق متجه المهلة DGD من الرتبة الأولى بالنسبة إلى التردد البصري ω. ويتكون التشتت SOPMD من تعبيرين، هما $\tau_{\omega}\vec{q}$ و $\tau\,\vec{q}_{\omega}$. والأول ($\tau_{\omega}\vec{q}$) هو تعبير التشتت اللوني المعتمد على الاستقطاب (PCD)، بينما يطلق على الثاني ($\tau\,\vec{q}_{\omega}$) تعبير إزالة الاستقطاب، وهو يصف دوران متجه وحدة الحالة الأساسية للاستقطاب (PSP) بالنسبة إلى التردد (في تردد الإشارة المركزي). والاتساعات المقابلة لهذه الكميات هي التالية: اتساع التشتت بأسلوب الاستقطاب من الرتبة الثانية (SOPMD) = $\left|\vec{\Omega}_{\omega}\right|$، اتساع إزالة الاستقطاب = $|\tau\,\vec{q}_{\omega}|$، اتساع التشتت اللوني المعتمد على الاستقطاب (PCD) = $|\tau_{\omega}|$.

5.3 انحطاط نسبة الإشارة إلى الضوضاء البصرية (OSNR) الناجم عن مهلة انتشار المجموعة التفاضلية (DGD): لبلوغ نسبة خطأ في البتات (BER) تساوي 10^{-12}، تحتاج أي إشارة بصرية تخضع للمهلة DGD إلى نسبة إشارة إلى الضوضاء البصرية (OSNR) في المستقبل أكبر من تلك التي تحتاجها إشارة بصرية لم تتأثر بهذه المهلة (DGD) (أي، DGD = 0)، وذلك على افتراض تساوي قدرة دخل المستقبل في كلتا الحالتين. ويُسمى هذا الفرق في النسبة OSNR انحطاط النسبة OSNR الناجم عن المهلة DGD.

6.3 حساسية مستقبل–معوض التشتت بأسلوب الاستقطاب (PMDC): هي قيمة متوسط القدرة المستقبلة في النقطة MPI-R لبلوغ النسبة BER المحددة. ويجب أن تُستوفى هذه القيمة في جميع حالات استقطاب الدخل بواسطة مرسل يعمل في أسوأ الظروف، ولا ينبغي استيفاؤها في حالات انحطاط المسير البصري بخلاف التشتت بأسلوب الاستقطاب (PMD).

4 المختصرات

تستعمل هذه التوصية المختصرات التالية:

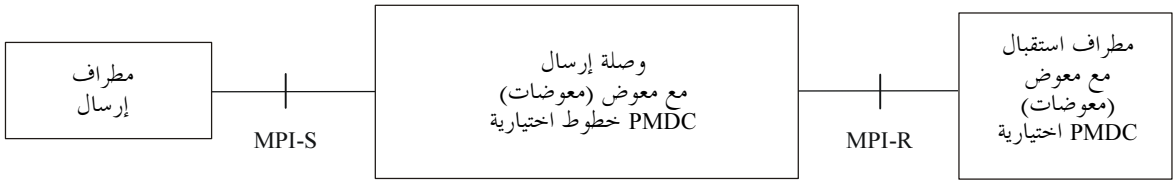
BER	نسبة الخطأ في البتات
DEMUX	مزيل تعدد الإرسال
DGD	مهلة انتشار المجموعة التفاضلية
LPMDC	معوض خطي للتشتت بأسلوب الاستقطاب
M-LPMDC	معوض خطي متعدد القنوات للتشتت بأسلوب الاستقطاب
M-PMDC-Rx	مستقبل متعدد القنوات لتعويض التشتت بأسلوب الاستقطاب
MPI	سطح بيني رئيسي على المسير

MUX	معدد إرسال
NRZ	اللاعودة إلى الصفر
OA	مضخم بصري
O-E-O	بصري- كهربائي- بصري (تحويل)
OSNR	نسبة الإشارة إلى الضوضاء البصرية
PCD	تشتت لوني معتمد على الاستقطاب
PDL	خسارة معتمدة على الاستقطاب
PMD	تشتت بأسلوب الاستقطاب
PMDC	معوض تشتت بأسلوب الاستقطاب
PMDC-Rx	مستقبل تعويض التشتت بأسلوب الاستقطاب
RZ	عودة إلى الصفر
S-LPMDC	معوض خط أحادي القناة لتعويض التشتت بأسلوب الاستقطاب
S-PMDC-Rx	مستقبل أحادي القناة لتعويض التشتت بأسلوب الاستقطاب
SOPMD	تشتت بأسلوب الاستقطاب من الرتبة الثانية
WDM	تعدد الإرسال بتقسيم طول الموجات

5 التشكيلات المرجعية

الغرض من معوضات التشتت بأسلوب الاستقطاب (PMDC) هو استعمالها في أنظمة الإرسال البصرية من أجل تقليل حالات انحطاط الإشارات التي يسببها التشتت PMD. ولذلك، يجب من دراسة خصائص المعوضات PMDC، ولو بشكل جزئي على الأقل، بالتزامن مع أحد أنظمة الإرسال الكامل.

ويبين الشكل 5-1 تشكيلة تنوعية لنظام إرسال بمعوضات تشتت بأسلوب الاستقطاب (PMDC). وتتألف التشكيلة من مطراف إرسال ومطراف استقبال ووصلة إرسال تقع بينهما تحوي معوضاً أو عدة معوضات PMDC خطوط اختيارية. ويضم أي نظام أحادي القناة مطراف إرسال أحادي القناة ومطراف استقبال أحادي القناة بينما يُستعمل مطراف إرسال متعدد القنوات ومطراف استقبال متعدد القنوات في النظام متعدد القنوات. ويمكن أيضاً أن يتضمن مطراف الاستقبال عناصر وظيفية PMDC اختيارية ويُسمى في هذه الحالة "مستقبل PMDC". وتميز البنود الواردة أدناه معوضات الخطوط البصرية للتشتت بأسلوب الاستقطاب (LPMDC) عن مستقبلات PMDC. ويُطبق نهج الصندوق الأسود على معوضات PMDC ومستقبلات PMDC. وتُدرج المراقبة والتحكم (إن وجدا) في الصندوق الأسود.



الشكل G.666/1-5 – تشكيلة تنوعية لنظام إرسال مزود بمعوضات تشتت بأسلوب الاستقطاب (PMDC)

1.5 معوضات خط التشتت بأسلوب الاستقطاب (PMDC)

لمعوضات خط التشتت بأسلوب الاستقطاب PMDC منفذان بصريان للدخل والخرج ولا يُجرى داخل المعوضات أي تحويل بصري-كهربائي-بصري (O-E-O). وفي استطاعة معوض الخط PMDC أحادي القناة (S-LPMDC) أن يُعالج إشارة بصرية أحادية القناة بينما يُصمم معوض PMDC لخط متعدد القنوات (M-LPMDC) لمعالجة إشارة بصرية متعددة القنوات. ويوضح الشكلان 5-2 و5-3 على التوالي مخططاً لنمطي المعوضات على حد سواء.

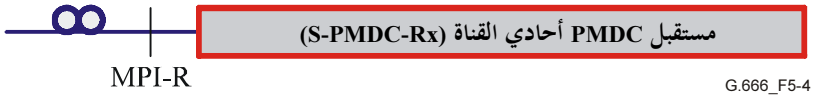
الشكل G.666/2-5 – التشكيلة المرجعية لمعوض PMDC لخط أحادي القناة (S-LPMDC)

الشكل G.666/3-5 – التشكيلة المرجعية لمعوض PMDC لخط متعدد القنوات (M-LPMDC)

2.5 مستقبلات PMDC

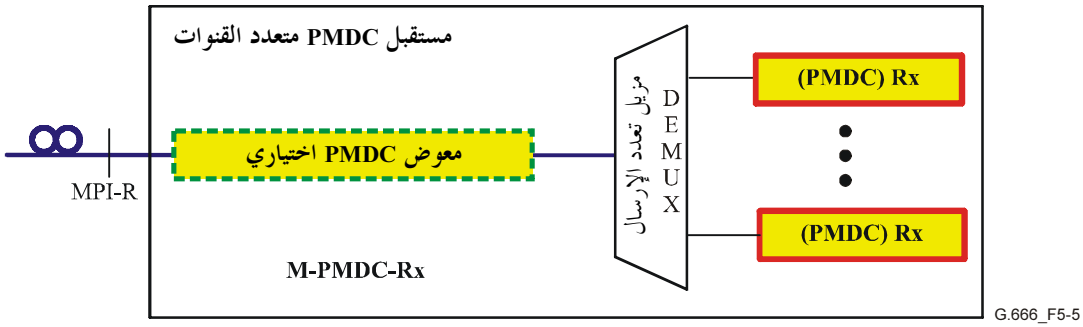
في حالة مستقبلات (PMDC-Rx)، يُدمج العنصر الوظيفي لمعوض PMDC في مطراف المستقبل. ويوجد عدد من الخيارات بشأن كيفية تنفيذ مستقبلات معوض PMDC. وتُميز مستقبلات PMDC الأحادية القناة عن مثيلاتها المتعددة القنوات.

ويبين الشكل 5-4 رسماً تخطيطياً لمستقبِل PMDC أحادي القناة (S-PMDC-Rx). وتدخل إشارة بصرية أحادية القناة مطراف المستقبل عند النقطة المرجعية MPI-R. وينجز العنصر الوظيفي PMDC في هذه النقطة ومن ثم يُكشف عن الإشارة. ويمكن الرجوع إلى التذييل II للاطلاع على تفاصيل تنفيذ مستقبلات PMDC أحادية القناة (أي بصرية مقابل كهربائية).



الشكل G.666/4-5 – التشكيلة المرجعية لمستقبل PMDC أحادي القناة

أما الشكل 5-5 فيبين مخططاً أحادياً لمستقبل PMDC متعددة القنوات. وتدخل إشارة متعددة القنوات مطراف المستقبل عند النقطة المرجعية MPI-R. وتمر الإشارة من هذه النقطة بأحد معوضات PMDC قبل دخولها مزيل تعدد الإرسال (DEMUX) ومستقبلات Rx للقنوات البصرية الفردية، أو تمر مباشرة بمزيل تعدد الإرسال حيث تكون جميع المستقبلات الموجودة فيه مستقبلات PMDC Rx. ويمكن الاطلاع على المزيد من تفاصيل التنفيذ في البند 2.II.



الشكل G.666/5-5 – التشكيلة المرجعية لمستقبل PMDC متعدد القنوات (M-PMDC-Rx)

6 معلمات معوض التشتت بأسلوب الاستقطاب (PMDC)

يرد في هذا البند معلمات المعوضات PMDC. وتنطبق بعض المعلمات على جميع أنماط هذه المعوضات (PMDC) وهي ملخصة في الجدول 6-1. وترد في الجداول من 6-2 إلى 6-5 التي تلي الجدول المذكور معلمات إضافية يمكن الاطلاع عليها تنطبق على أنماط معينة من معوضات PMDC.

الجدول G.666/1-6 – معلمات شائعة تنطبق على جميع أنماط معوضات PMDC

المعلمات	النقطة المرجعية	الوحدة	**أمثلة** (لتوضيح تطبيقات معينة فحسب)
نمط الليفة			
نمط ليفة الخط	MPI-S $\rightarrow R_S$ أو MPI-S $\rightarrow R_M$ أو MPI-S $\rightarrow$ MPI-R	–	G.652.D، G.653، G.654، G.655، G.656
معلمات تتعلق بالقدرة البصرية			
الحد الأدنى لإجمالي قدرة الدخل	R_S أو R_M أو MPI-R	dBm	
الحد الأقصى لإجمالي قدرة الدخل	R_S أو R_M أو MPI-R	dBm	
الانعكاسية القصوى عند منفذ الدخل	R_S أو R_M أو MPI-R	dB	
انعكاسية معتمدة على الاستقطاب عند منفذ الدخل	R_S أو R_M أو MPI-R	dB	
خصائص الإشارة البصرية			
الحد الأدنى لمعدل البتات	R_S أو R_M أو MPI-R	Gbit/s	
الحد الأقصى لمعدل البتات	R_S أو R_M أو MPI-R	Gbit/s	
نسق التشكيل (أو "نسق الإشارة")	R_S أو R_M أو MPI-R	—	"أي نسق"، "NRZ"، "NRZ وRZ" فقط
المعلمات المستقلة عن استقطاب المسير البصري السابق			
الحد الأدنى لمقدار التشتت اللوني المتراكم	MPI-S $\rightarrow R_S$ أو MPI-S $\rightarrow R_M$ أو MPI-S $\rightarrow$ MPI-R	ps/nm	
الحد الأقصى لمقدار التشتت اللوني المتراكم	MPI-S $\rightarrow R_S$ أو MPI-S $\rightarrow R_M$ أو MPI-S $\rightarrow$ MPI-R	ps/nm	
معلمات الاستقطاب عند منفذ الدخل			
مهلة DGD لمتوسط الدخل الأقصى	R_S أو R_M أو MPI-R	ps	
مهلة DGD للدخل الآني الأقصى	R_S أو R_M أو MPI-R	ps	
السرعة القصوى لدوران الاستقطاب	R_S أو R_M أو MPI-R	rad/ms	
أقصى معدل لتغير المهلة DGD	R_S أو R_M أو MPI-R	ps/ms	
أقصى اتساع للتشتت PCD	R_S أو R_M أو MPI-R	ps^2	
أقصى اتساع لإزالة الاستقطاب	R_S أو R_M أو MPI-R	ps^2	

الجدول G.666/2-6 – معلمات تنطبق على معوض PMDC لخط أحادي القناة (S-LPMDC)

المعلمات	النقطة المرجعية	الوحدة	**أمثلة** (لتوضيح تطبيقات معينة فحسب)
معلمات عامة بصرية أحادية القناة			
التردد البصري المركزي الاسمي	R_S	THz	
أقصى انحراف للتردد المركزي	R_S	GHz	
معلمات تتعلق بالقدرة البصرية			
أدنى خسارة للإدراج (بما في ذلك وحدة مضخم بصري (OA) اختيارية)	$R_S \rightarrow S_S$	dB	
أقصى خسارة للإدراج (بما في ذلك وحدة مضخم بصري (OA) اختيارية)	$R_S \rightarrow S_S$	dB	
أقصى انحراف لخسارة الإدراج	$R_S \rightarrow S_S$	dB	
عامل الضوضاء (في حال استعمال وحدة مضخم بصري (OA))	$R_S \rightarrow S_S$	dB	
خسارة معتمدة على الاستقطاب (PDL)	$R_S \rightarrow S_S$	dB	
معلمات استقطاب تتعلق بمنفذ الخرج (الملاحظة 1)			
الحد الأقصى لمتوسط مهلة DGD للخرج (الملاحظة 2)	S_S	ps	
الحد الأقصى الآني لمهلة DGD للخرج (الملاحظة 2)	S_S	ps	
أقصى اتساع للتشتت SOPMD (الملاحظة 2)	S_S	ps^2	
الملاحظة 1– قد تكون هناك حاجة لمعلمات إضافية من أجل ضمان التواؤم المستعرض بين معوضات PMDC للخط والمستقبلات البصرية. **الملاحظة 2**– يجب أن تُستوفى هذه المعلمات بخصوص تشتت الدخل بأسلوب الاستقطاب (PMD) ضمن الحدود المبينة في القسم المعني "بمعلمات الاستقطاب عند منفذ الدخل" الوارد في الجدول 6-1.			

الجدول G.666/3-6 – معلمات تنطبق على معوض PMDC لخط متعدد القنوات (M-LPMDC)

المعلمات	النقطة المرجعية	الوحدة	**أمثلة** (لتوضيح تطبيقات معينة فحسب)
معلمات عامة بصرية متعددة القنوات			
أقصى عدد للقنوات	R_M	–	
الترددات المركزية الاسمية للقنوات	R_M	THz	191,9 + 0,2 m، m = 0 إلى 19
المباعدة بين القنوات	R_M	GHz	200
أقصى انحراف للتردد المركزي	R_M	GHz	
معلمات تتعلق بالقدرة البصرية			
الحد الأدنى لقدرة دخل القناة	R_M	dBm	
الحد الأقصى لقدرة دخل القناة	R_M	dBm	
أدنى خسارة لإدراج القناة (بما في ذلك وحدة مضخم بصري (OA) اختيارية)	$R_M \rightarrow S_M$	dB	
أقصى خسارة لإدراج القناة (بما في ذلك وحدة مضخم بصري (OA) اختيارية)	$R_M \rightarrow S_M$	dB	
أقصى انحراف لخسارة إدراج القناة	$R_M \rightarrow S_M$	dB	
عامل الضوضاء (في حال استعمال وحدة مضخم بصري (OA))	$R_M \rightarrow S_M$	dB	
خسارة معتمدة على الاستقطاب (PDL)	$R_M \rightarrow S_M$	dB	

الجدول G.666/3-6 – معلمات تنطبق على معوض PMDC لخط متعدد القنوات (M-LPMDC)

المعلمات	النقطة المرجعية	الوحدة	**أمثلة** (لتوضيح تطبيقات معينة فحسب)
معلمات استقطاب تنطبق على كل قناة ذات صلة بمنفذ الخرج (الملاحظة 1)			
الحد الأقصى لمتوسط مهلة DGD للخرج (الملاحظة 2)	S_M	ps	
الحد الأقصى الآني لمهلة DGD للخرج (الملاحظة 2)	S_M	ps	
أقصى اتساع للتشتت SOPMD (الملاحظة 2)	S_M	ps^2	
الملاحظة 1– قد تكون هناك حاجة لمعلمات إضافية من أجل ضمان التواؤم المستعرض بين معوضات PMDC للخط والمستقبلات البصرية. **الملاحظة 2**– يجب أن تُستوفى هذه المعلمات بخصوص تشتت الدخل بأسلوب الاستقطاب (PMD) ضمن الحدود المبينة في القسم المعني "بمعلمات الاستقطاب عند منفذ الدخل" الوارد في الجدول 6-1.			

الجدول G.666/4-6 – معلمات تنطبق على مستقبل معوض PMDC أحادي القناة (S-PMDC- Rx)

المعلمات	الوحدة	**أمثلة** (لتوضيح تطبيقات معينة فحسب)
معلمات عامة بصرية أحادية القناة		
التردد البصري المركزي الاسمي	THz	
أقصى انحراف للتردد المركزي	GHz	
معلمات نظام إرسال أحادي القناة		
أقصى انحطاط لنسبة OSNR الناجم عن المهلة DGD	dB	
الحد الأدنى لحساسية مستقبل معوض PMDC	dBm	

الجدول G.666/5-6 – معلمات تنطبق على مستقبل معوض PMDC متعدد القنوات (M-PMDC- Rx)

المعلمات	الوحدة	**أمثلة** (لتوضيح تطبيقات معينة فحسب)
معلمات عامة بصرية متعددة القنوات		
الحد الأقصى لعدد القنوات	—	
الترددات المركزية الاسمية للقنوات	THz	191,9 + 0,2 m، m = 0 إلى 19
المباعدة بين القنوات	GHz	200
أقصى انحراف للتردد المركزي	GHz	
معلمات تتعلق بالقدرة البصرية		
أدنى قدرة لدخل القناة	dBm	
أقصى قدرة لدخل القناة	dBm	
معلمات نظام إرسال متعدد القنوات تنطبق على كل قناة		
أقصى انحطاط لنسبة OSNR الناجم عن المهلة DGD	dB	
الحد الأدنى لحساسية مستقبل معوض PMDC	dBm	

التذييل I

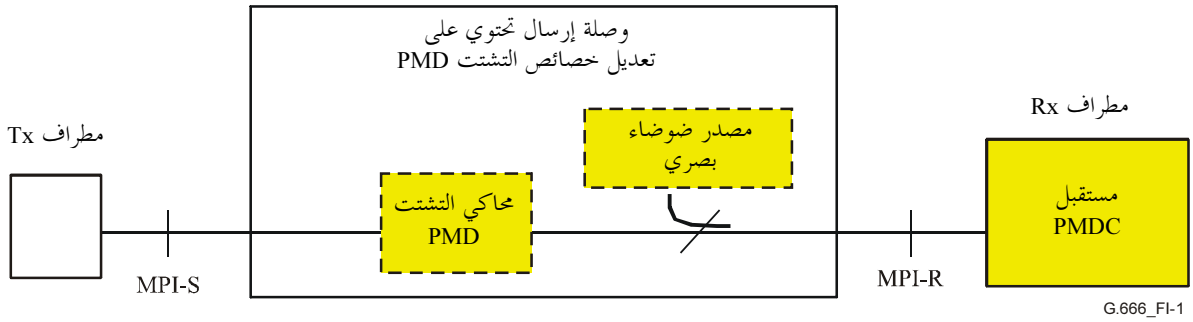
قياس المعلمات المطبقة على معوضات التشتت بأسلوب الاستقطاب (PMDC)

يتناول هذا التذييل النُهج المتبعة في قياس المعلمات المطبقة على معوضات PMDC. وينبغي أن تضم تشكيلة الاختبار وصلة إرسال بقدرات لتوليف التشتت PMD (تتضمن بالتالي ليفة إرسال ومحاك تشتت PMD) يتلوها معوض التشتت PMDC وأجهزة اختبار لقياس خصائص هذا المعوض.

وتوجد فئتان مختلفتان من معوضات PMDC، هما مستقبلات PMDC ومعوضات PMDC للخط. وتشمل الفئة الأولى مستقبلات– معوضات PMDC أحادية القناة (S-PMDC-Rx) ومستقبلات PMDC المتعددة القنوات (M-PMDC-Rx). أما الفئة الثانية (معوضات PMDC للخط) فتشمل كذلك معوضات PMDC أحادية القناة (S-LPMDC) ومستقبلات متعددة القنوات (M-LPMDC). ويرد أدناه نهج تنوعي لقياس المعلمات المطبقة على هذه المعوضات (PMDC).

1.I قياس المعلمات المطبقة على مستقبلات PMDC

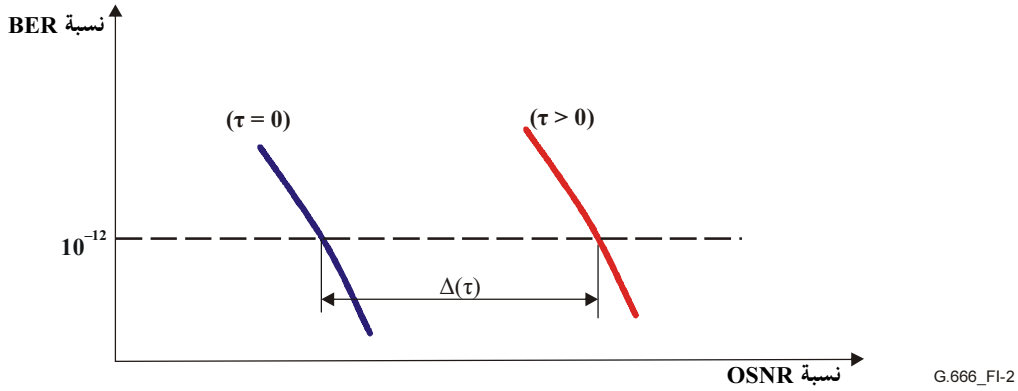
يبين الشكل 1.I تشكيلة اختبار تنوعية لقياس المعلمات المطبقة على مستقبلات PMDC. ولغرض التبسيط، نفترض وجود مطراف إرسال أحادي القناة ومطراف استقبال أحادي القناة في التشكيلة. وتمر الإشارة البصرية الأحادية القناة بوصلة إرسال تحوي محاكياً قابلاً للضبط للتشتت PMD ومصدر ضوضاء بصري. وتُستعمل مكونات بصرية إضافية (غير مبينة هنا) لضمان ثبات قدرة الدخل البصرية عند النقطة المرجعية (MPI-R) أمام مستقبل PMDC.



الشكل I-1/G.666 – التشكيلة التنوعية لقياس المعلمات المطبقة على مستقبلات PMDC

ومن أجل قياس انحطاط نسبة الإشارة إلى الضوضاء البصرية OSNR الناجم عن المهلة DGD، يتم تشكيل محاك للتشتت PMD من الرتبة الأولى يُضبط على قيم المهلة DGD ضمن فاصل المهلة DGD $0 \le \tau \le \tau_{max}$. ويمثل الرمز τ هنا مهلة انتشار المجموعة التفاضلية (DGD)، وτ_{max} هو حد التشتت PMD من الرتبة الأولى الذي ينبغي أن يتسامح معه المستقبل.

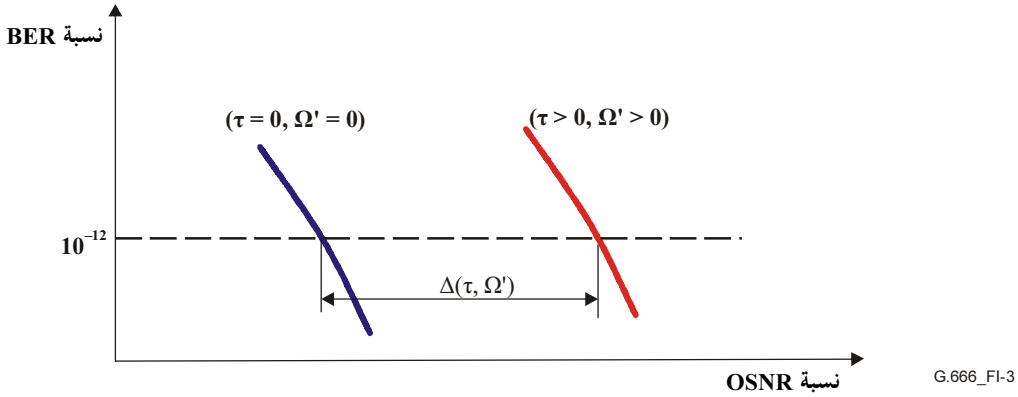
وتُقاس نسبة الخطأ في البتات BER بالمقارنة مع نسبة الإشارة إلى الضوضاء البصرية OSNR (مع الحفاظ في نفس الوقت على ثبات مستوى قدرة الدخل البصرية P_{in} عند النقطة المرجعية MPI-R). ويمكن زحزحة منحني النسبة BER بقيمة قدرها $\tau > 0$ مقارنة بمنحني النسبة BER لمهلة DGD تساوي صفر (أي، عندما تكون $\tau = 0$). وهذا السلوك مبين برؤية تخطيطية في الشكل 2.I. ويشير الرمز $\Delta(\tau)$ إلى الانحطاط الناجم عن التشتت PMD لنسبة $BER = 10^{-12}$ بين حالة استقطاب بمهلة DGD τ وحالة أخرى بمهلة DGD مساوية للصفر ($\tau = 0$).



الشكل G.666/2-I – رؤية تخطيطية للنسبة BER مقابل النسبة OSNR للمهلة DGD τ بقيمة صفر وبقيمة غير صفرية

ويمكن أيضاً استعمال تشكيلة القياس المبينة في الشكل 1.I لقياس انحطاط النسبة OSNR الناجم عن المهلة DGD والتشتت PMD من الرتبة الثانية (SOPMD) على حد سواء. ويُستخدم في هذه الحالة محاك للتشتت PMD من الرتبة الثانية. ويمكن تشكيل هذا المحاكي لضبطه على جميع أزواج القيم (τ, Ω′) ضمن فاصل المهلة DGD $0 \le \tau \le \tau_{max}$ وفاصل التشتت SOPMD $0 \le \Omega' \le \Omega'_{max}$. ويُشير الرمز τ هنا إلى مهلة انتشار المجموعة التفاضلية (DGD)، ويدل التعبير $\Omega' = \left|\vec{\Omega}_{\omega}\right|$ على مقدار التشتت بأسلوب الاستقطاب من الرتبة الثانية (SOPMD) حيث $\vec{\Omega}_{\omega}$ مشتق متجه المهلة DGD من الرتبة الأولى $\vec{\Omega}(\omega)$، وτ_{max} وΩ'_{max} حدا التشتت بأسلوب الاستقطاب (PMD) من الرتبتين الأولى والثانية اللذان ينبغي أن يتسامح معهما المستقبل.

وينطبق في هذه الحالة نفس المبدأ المبين في الشكل 2.I. غير أن منحنيي النسبة BER يُقاسان وفقاً لمعلمتي التشتت PMD، وهما مهلة انتشار المجموعة التفاضلية (DGD) والتشتت بأسلوب الاستقطاب من الرتبة الثانية (SOPMD). وترد رؤية تخطيطية لهذا السلوك في الشكل 3.I.

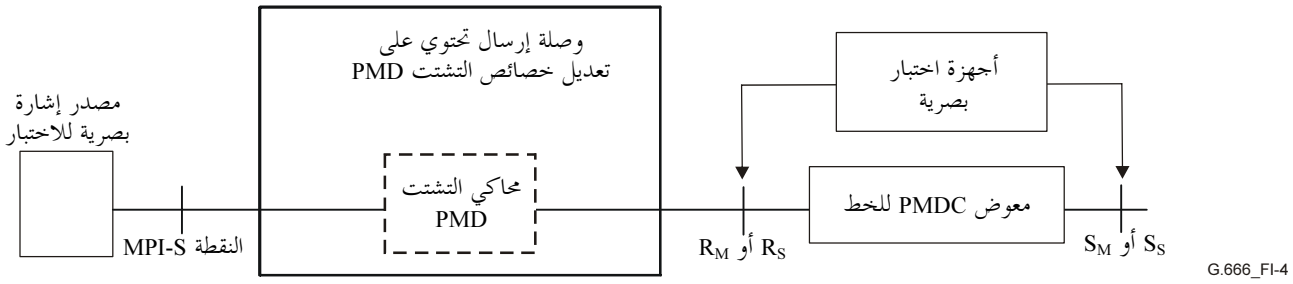


الشكل G.666/3-I – رؤية تخطيطية للنسبة BER مقابل النسبة OSNR للمهلة DGD τ والتشتت SOPMD Ω′ بقيمة صفر وبقيمة غير صفرية

وتُقاس النسبة BER بالمقارنة مع النسبة OSNR (وليس بمقارنتها بقدرة الدخل البصرية) في النقطة المرجعية MPI-R للسبب التالي: عادة ما يُشكل التشتت PMD معضلة لمعدلات البتات العالية جداً (10 Gbit/s فأكثر) وللمسافات الطويلة للوصلات الشفافة بصرياً. وبعبارة أخرى، يُصبح عادة هذا التشتت (PMD) معضلة في أنظمة الإرسال المتعددة الاتساعات التي تضم (بحسب تعريفها) مضخمات بصرية (OAs). ونسبة الإشارة إلى الضوضاء البصرية (OSNR) حد أساسي يقيد الأنظمة متعددة الاتساعات بسبب تراكم ضوضاء المضخمات البصرية (OAs). ويُعبر عن الحد الأدنى للنسبة OSNR الذي يمكن أن يتسامح معه النظام بالحد الأدنى لهذه النسبة في غياب جميع حالات التشوه الناجمة عن التشتت PMD زائداً الانحطاط الإضافي $\Delta(\tau,\Omega')$ الناجم عن تأثير مهلة انتشار المجموعة التفاضلية (DGD) والتشتت بأسلوب الاستقطاب من الرتبة الثانية (SOPMD). وهذا الانحطاط الإضافي $\Delta(\tau,\Omega')$، المُعبر عنه بالوحدة dB، هو انحطاط مُمثل بمقدار نسبة OSNR التي يجب تحسينها في وجود التشتت (PMD) للحفاظ على نسبة BER المطلوبة.

2.I قياس المعلمات المطبقة على معوضات PMDC للخط

يوضح الشكل 4.I تشكيلة اختبار تنوعية لقياس المعلمات المطبقة على المعوضات الخطية للتشتت بأسلوب الاستقطاب (PMDC).



الشكل G.666/4-I – التشكيلة التنوعية لقياس المعلمات المطبقة على معوضات PMDC للخط

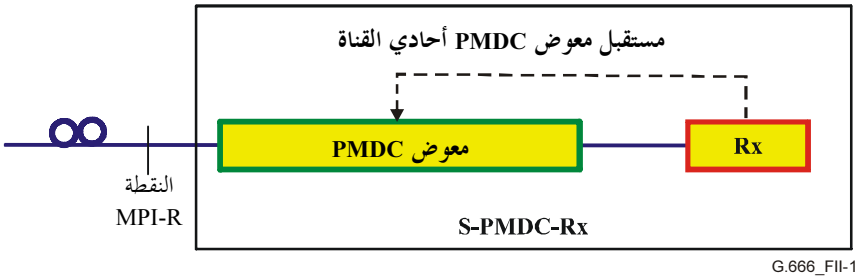
ولا تُقاس في حالة معوضات PMDC للخط سوى المعلمات البصرية عند منفذي دخل وخرج هذه المعوضات. أما نسبة الخطأ في البتات (BER) فلا تُقاس.

التذييل II

تنفيذ مستقبلات PMDC أحادية القناة ومتعددة القنوات

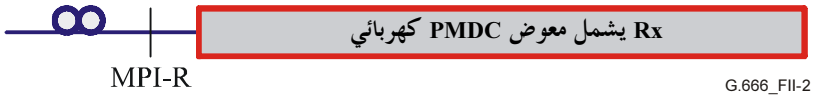
1.II تنفيذ مستقبلات PMDC أحادية القناة

يمكن تنفيذ مستقبلات PMDC أحادية القناة (المبينة تنوعياً في الشكل 5-4) بواسطة مخططات تنفيذ مختلفة. وأحد هذه الخيارات هو معوض PMDC لخط أحادي القناة (S-LPMDC) الموضح في الشكل 1.II، إلى جانب مستقبل تقليدي. وتمر الإشارة البصرية الموجودة خلف النقطة المرجعية MPI-R عبر أحد معوضات PMDC البصرية قبل دخولها المستقبل. وتسمح العروة البصرية للتغذية المرتدة المبينة بخط مقطع في الشكل 1.II بتشغيل معوض PMDC بطريقة مثالية.



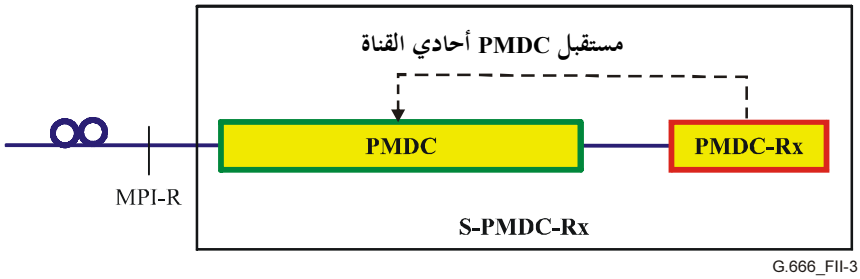
الشكل G.666/1-II – الخيار A لتنفيذ مستقبل PMDC أحادي القناة (S-PMDC-Rx)

ويوجد تنفيذ بديل يتمثل في استعمال مستقبل يحوي معوض PMDC كهربائي، مثلما هو مبين في الشكل 2.II. ولا يُستخدم في هذا التنفيذ أي جهاز بصري إضافي بقصد التعويض عن التشتت PMD. وبدلاً من ذلك، يؤدي المعوض PMDC وظيفته داخل المستقبل بوسيلة كهربائية.



الشكل G.666/2-II – الخيار B لتنفيذ مستقبل PMDC أحادي القناة (S-PMDC-Rx)

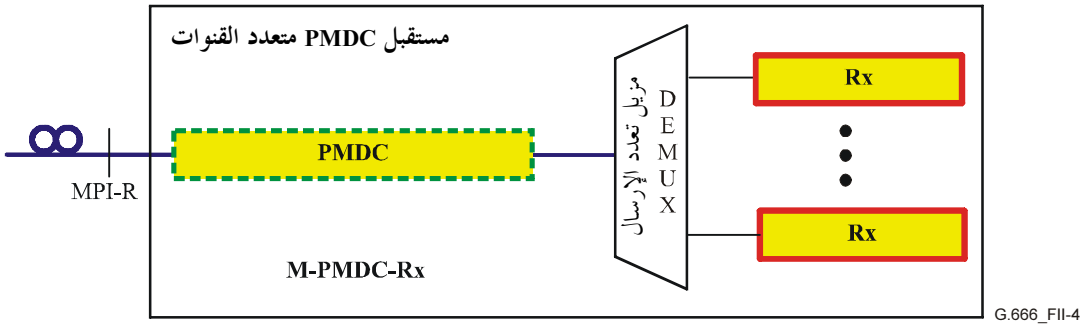
ويمكن أيضاً الجمع بين خياري التنفيذ المذكورين أعلاه على غرار ما هو موضح في الشكل 3.II.



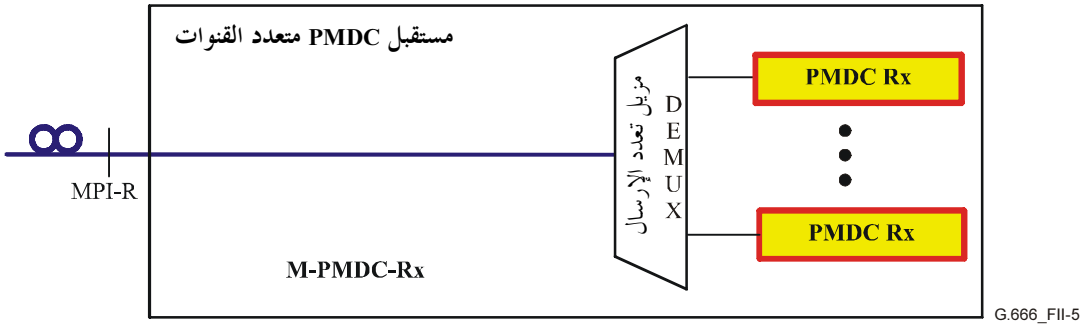
الشكل G.666/3-II – الخيار C لتنفيذ مستقبل PMDC أحادي القناة (S-PMDC-Rx)

2.II تنفيذ مستقبلات PMDC متعددة القنوات

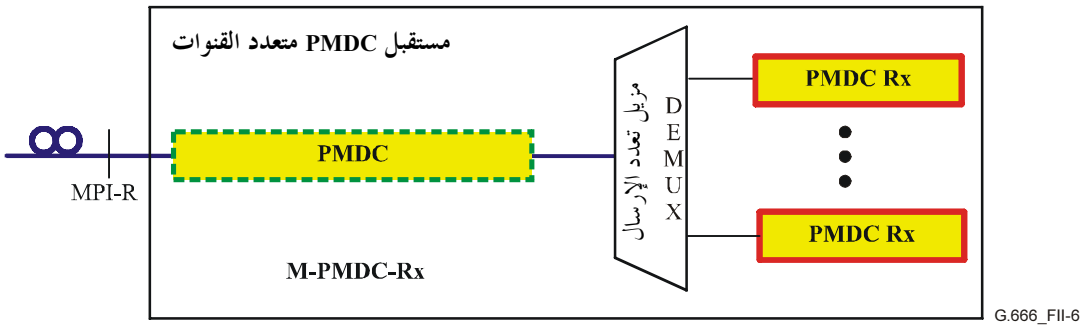
وعلى غرار البند 1.II، يوجد ثلاثة خيارات لتنفيذ هذه المستقبلات متعددة القنوات PMDC. وهذه الخيارات موضحة في الأشكال من 4.II إلى 6.II. ويشمل الخيار A معوض PMDC بصري يقع أمام مزيل تعدد الإرسال مع مستقبلات تقليدية. أما الخيار B فلا يستعمل سوى مستقبلات PMDC. ويستخدم الخيار C توليفة تجمع بين معوض PMDC البصري الموجود أمام مزيل تعدد الإرسال ومستقبلات PMDC على حد سواء.



الشكل G.666/4-II – الخيار A لتنفيذ مستقبل PMDC متعدد القنوات (M-PMDC-Rx)



الشكل G.666/5-II – الخيار B لتنفيذ مستقبل PMDC
متعدد القنوات (M-PMDC-Rx)



الشكل G.666/6-II – الخيار C لتنفيذ مستقبل PMDC
متعدد القنوات (M-PMDC-Rx)

سلاسل التوصيات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

السلسلة A	تنظيم العمل في قطاع تقييس الاتصالات
السلسلة D	المبادئ العامة للتعريفة
السلسلة E	التشغيل العام للشبكة والخدمة الهاتفية وتشغيل الخدمات والعوامل البشرية
السلسلة F	خدمات الاتصالات غير الهاتفية
السلسلة G	**أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية**
السلسلة H	الأنظمة السمعية المرئية وتعدد الوسائط
السلسلة I	الشبكة الرقمية متكاملة الخدمات
السلسلة J	الشبكات الكبلية وإرسال إشارات البرامج الإذاعية الصوتية والتلفزيونية وإشارات أخرى متعددة الوسائط
السلسلة K	الحماية من التداخلات
السلسلة L	إنشاء الكبلات وغيرها من عناصر المنشآت الخارجية وتركيبها وحمايتها
السلسلة M	إدارة الاتصالات بما في ذلك شبكة إدارة الاتصالات (TMN) وصيانة الشبكات
السلسلة N	الصيانة: الدارات الدولية لإرسال البرامج الإذاعية الصوتية والتلفزيونية
السلسلة O	مواصفات تجهيزات القياس
السلسلة P	نوعية الإرسال الهاتفي والمنشآت الهاتفية وشبكات الخطوط المحلية
السلسلة Q	التبديل والتشوير
السلسلة R	الإرسال البرقي
السلسلة S	التجهيزات المطرافية للخدمات البرقية
السلسلة T	المطاريف الخاصة بالخدمات التلماتية
السلسلة U	التبديل البرقي
السلسلة V	اتصالات المعطيات على الشبكة الهاتفية
السلسلة X	شبكات المعطيات والاتصالات بين الأنظمة المفتوحة والأمن
السلسلة Y	البنية التحتية العالمية للمعلومات وملامح بروتوكول الإنترنت وشبكات الجيل التالي
السلسلة Z	اللغات والجوانب العامة للبرمجيات في أنظمة الاتصالات

طُبع في سويسرا
جنيف، 2005