

السلسلة G

الإضافة 48
(2010/06)

ITU-T

قطاع تقييس الاتصالات
في الاتحاد الدولي للاتصالات

السلسلة G: أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة
والشبكات الرقمية

الشبكات البصرية المنفصلة بعشر غيغابتات:
السطح البيني بين التحكم في النفاذ إلى الوسائط
بواسطة جهاز التسلسل/إزالة التسلسل، وطبقات
فرعية تعتمد على وسط مادي

توصيات السلسلة G لقطاع تقييس الاتصالات - الإضافة 48



توصيات السلسلة G الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات
أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية

G.199-G.100	التوصيلات والدارات الهاتفية الدولية
G.299-G.200	الخصائص العامة المشتركة لكل الأنظمة التماثلية بموجات حاملة
G.399-G.300	الخصائص الفردية للأنظمة الهاتفية الدولية بموجات حاملة على خطوط معدنية
G.449-G.400	الخصائص العامة للأنظمة الهاتفية الدولية اللاسلكية، أو الساتلية والتوصيل البيني مع الأنظمة على خطوط معدنية
G.499-G.450	تنسيق المهاتف الراديوية والمهاتف السلكية
G.699-G.600	خصائص وسائط الإرسال والأنظمة البصرية
G.799-G.700	تجهيزات مطرافية رقمية
G.899-G.800	الشبكات الرقمية
G.999-G.900	الأقسام الرقمية وأنظمة الخطوط الرقمية
G.1999-G.1000	نوعية الخدمة وأداء الإرسال - الجوانب الخاصة والجوانب المتعلقة بالمستعمل
G.6999-G.6000	خصائص وسائط الإرسال
G.7999-G.7000	البيانات عبر طبقة النقل - الجوانب العامة
G.8999-G.8000	جوانب النقل بالرمز
G.8099-G.8000	جوانب النقل بالإنترنت
G.9999-G.9000	شبكات النفاذ

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

الإضافة 48 لتوصيات السلسلة G لقطاع تقييس الاتصالات

الشبكات البصرية المنفصلة بعشر غيغابتات: السطح البيئي بين التحكم في النفاذ إلى الوسائط بواسطة جهاز التسلسل/إزالة التسلسل (SERDES) وطبقة تعتمد على وسط مادي (PMD) في نظام شبكة بصرية منفصلة (XG-PON) وبطبات فرعية تعتمد على وسط مادي

ملخص

تقدم الإضافة 48 لتوصيات السلسلة ITU-T G معلومات عن السطح البيئي الكهربائي بين التحكم في النفاذ إلى الوسائط (MAC) بواسطة جهاز تسلسل/إزالة تسلسل (SERDES) وطبقة تعتمد على وسط مادي (PMD) في نظام شبكة بصرية منفصلة (XG-PON) بمعدل بيانات اسمي لا تناظري يبلغ 9,95328 Gbit/s في الاتجاه الهبوطي و 2,48832 Gbit/s في الاتجاه الصعودي، ويشار إليه فيما يلي باسم XG-PON1.

وتقدم معلومات لتسهيل مستوى التشغيل البيئي والاستخدام الواسع للأجهزة في السوق استناداً إلى توصيات السلسلة ITU-T G.987. والمعلومات الواردة في هذه الإضافة مكتملة لمتطلبات الطبقة المادية ومواصفات الطبقة XG-PON المعتمدة على الوسائط المادية (PMD) للنظام XG-PON الموصوف في التوصية ITU-T G.987.2. ويركز مجال تطبيق المعلومات المقدمة في هذه الإضافة على العناصر الموجودة في السطح البيئي التي تكتسي بأهمية بالنسبة للسطح البيئي المحدد XG-PON1 ولا يراد بها تغطية المواصفة الكاملة للجوانب الميكانيكية والمادية للطبقة PMD، والتي يمكن العثور عليها في مواصفات PMD لاتفاقيات الصناعة المتعددة (MSA) المختلفة من أجل بصريات 10G.

التسلسل التاريخي

الطبعة	التوصية	تاريخ الموافقة	لجنة الدراسات
1.0	ITU-T G Suppl. 48	2010-06-11	15

تمهيد

الاتحاد الدولي للاتصالات وكالة الأمم المتحدة المتخصصة في ميدان الاتصالات وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات (ICT). وقطاع تقييس الاتصالات (ITU-T) هو هيئة دائمة في الاتحاد الدولي للاتصالات. وهو مسؤول عن دراسة المسائل التقنية والمسائل المتعلقة بالتشغيل والتعريف، 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 1 الصادر عن الجمعية العالمية لتقييس الاتصالات.

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

ملاحظة

تستخدم كلمة "الإدارة" في هذه التوصية لتدل بصورة موجزة سواء على إدارة اتصالات أو على وكالة تشغيل معترف بها. والتقييد بهذه التوصية اختياري. غير أنها قد تضم بعض الأحكام الإلزامية (بهدف تأمين قابلية التشغيل البيئي والتطبيق مثلاً). ويعتبر التقييد بهذه التوصية حاصلاً عندما يتم التقييد بجميع هذه الأحكام الإلزامية. ويستخدم فعل "يلزم" وصيغ ملزمة أخرى مثل فعل "يجب" وصيغها النافية للتعبير عن متطلبات معينة، ولا يعني استعمال هذه الصيغ أن التقييد 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، كان 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 البيانات الخاصة ببراءات الاختراع في مكتب تقييس الاتصالات (TSB) في الموقع <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© ITU 2022

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

جدول المحتويات

الصفحة

1.....	1	1
1.....	2	المراجع
2.....	3	التعاريف
2.....	4	الاختصارات والأسماء المختصرة
2.....	5	الاصطلاحات
2.....	6	بنية شبكة النفاذ البصرية
4.....	7	متطلبات السطح البيني MAC/SERDES إلى السطح البيني PMD
5.....	1.7	أداء معدل أخطاء البتات (BER)
5.....	2.7	تشفير خطي
5.....	3.7	منهجية الإرسال
6.....	4.7	التعايش
6.....	5.7	التشخيص
6.....	6.7	الإدارة
7.....	8	السطح البيني MAC/SERDES إلى السطح البيني PMD – مواصفات السطوح البينية الكهربائية
7.....	1.8	تعاريف دبوس السطح البيني MAC/SERDES إلى السطح البيني PMD
14.....	2.8	نقاط المطابقة
14.....	3.8	مخططات توقيت السطوح البينية MAC/SERDES و PMD
18.....	4.8	السطح البيني الكهربائي MAC/SERDES إلى PMD ومواصفات التيار المتردد

الإضافة 48 لتوصيات السلسلة G لقطاع تقييس الاتصالات

الشبكات البصرية المنفصلة بعشر غيغابتات: السطح البيئي بين التحكم في النفاذ إلى الوسائط بواسطة جهاز التسلسل/إزالة تسلسل (SERDES) وطبقة تعتمد على وسط مادي (PMD) لنظام شبكة بصرية منفصلة (XG-PON1). وتوفر هذه الإضافة التشوير بين السطوح البينية MAC/SERDES وPMD، ومتطلبات ومخططات التوقيت والخصائص الكهربائية للسطح البيئي.

1 مجال التطبيق

تقدم الإضافة 48 لتوصيات السلسلة ITU-T G معلومات عن السطح البيئي الكهربائي بين التحكم في النفاذ إلى الوسائط (MAC) باستخدام جهاز تسلسل/إزالة تسلسل (SERDES) وطبقة تعتمد على وسط مادي (PMD) لنظام شبكة بصرية منفصلة (XG-PON1). وتوفر هذه الإضافة التشوير بين السطوح البينية MAC/SERDES وPMD، ومتطلبات ومخططات التوقيت والخصائص الكهربائية للسطح البيئي.

2 المراجع

- [ITU-T G.783] التوصية ITU-T G.783 (2006) خصائص الفدرات الوظيفية في تجهيزات التراتب الرقمي المتزامن (SDH).
- [ITU-T G.825] التوصية ITU-T G.825 (2000)، ضبط الارتعاش والجنوح في الشبكات الرقمية القائمة على التراتب الرقمي المتزامن (SDH).
- [ITU-T G.957] التوصية ITU-T G.957 (2006) السطوح البينية البصرية للتجهيزات والأنظمة الخاصة بالتراتب الرقمي المتزامن.
- [ITU-T G.959.1] التوصية ITU-T G.959.1 (2008) السطوح البينية للطبقة المادية لشبكة النقل البصرية.
- [ITU-T G.984.1] التوصية ITU-T G.984.1 (2008)، الشبكات البصرية المنفصلة بالجيجابتات (GPON): الخصائص العامة.
- [ITU-T G.984.2] التوصية ITU-T G.984.2 (2003)، الشبكات البصرية المنفصلة بالجيجابتات (GPON): مواصفات الطبقة المعتمدة على الوسائط المادية (PMD)، التعديل 2 (2008).
- [ITU-T G.984.5] التوصية ITU-T G.984.5 (2007)، الشبكات البصرية المنفصلة بقدرة الجيجابتات (GPON): نطاق التعزيز، التعديل 1 (2009).
- [ITU-T G.987] التوصية ITU-T G.987 (2010)، الشبكات البصرية المنفصلة بقدرة 10 غيغابتات (XG-PON): التعاريف والاختصاصات والمختصرات.
- [ITU-T G.987.1] التوصية ITU-T G.987.1 (2010)، الشبكات البصرية المنفصلة بقدرة 10 غيغابتات (XG-PON): المتطلبات العامة.
- [ITU-T G.987.2] التوصية ITU-T G.987.2 (2010)، الشبكات البصرية المنفصلة بقدرة 10 غيغابتات (XG-PON): مواصفة الطبقة المعتمدة على الوسائط المادية.
- [ITU-T G.987.3] التوصية ITU-T G.987.3 (2010)، الشبكات البصرية المنفصلة بقدرة 10 غيغابتات (XG-PON): مواصفة طبقة تقارب الإرسال.
- [ITU-T G.988] التوصية ITU-T G.988 (2010)، مواصفة السطح البيئي لإدارة وحدة الشبكة البصرية والتحكم فيها.
- [ITU-T G-Sup.39] توصيات السلسلة ITU-T G - الإضافة 39 (2008) تصميم النظام البصري والاعتبارات الهندسية.
- [SFP+] لجنة SFF، المعيار SFF-8431 (2009)، مواصفات الوحدة المعززة الصغيرة الحجم القابلة للتوصيل SFP+، المراجعة 1.4.

[XFP] لجنة SFFF، المعيار INF-8077i (2005)، مواصفات الوحدة المعززة الصغيرة الحجم القابلة للتوصيل بعشر غيغابتات، المراجعة 5.4.

[SFF-8472] لجنة SFFF، المعيار SFF-8472 (2009)، مواصفات السطح البيني للمراقبة التشخيصية لأجهزة الإرسال والاستقبال البصرية، المراجعة 4.10.

3 التعاريف

انظر الفقرة 3 من التوصية [ITU-T G.987].

وبالإضافة إلى ذلك، تعرّف هذه الإضافة المصطلحات التالية:

1.3 بيان شدة الإشارة المستقبلة (RSSI): قياس القدرة البصرية الموجودة في إشارة مستقبلية. يُستخدم على وجه التحديد في شبكة بصرية منفصلة (PON) للإشارة إلى قدرة الاستقبال البصرية بأسلوب مستمر عند وحدة الشبكة البصرية (ONU) وقدرة الاستقبال البصري بأسلوب الرشقة المقيسة والمحسوب متوسطها لكل وحدة على حدة عند انتهائية الخط البصري (OLT).

2.3 التحكم في النفاذ إلى الوسائط (MAC)/جهاز تسلسل/إزالة تسلسل (SERDES): يشير MAC إلى التحكم في النفاذ إلى الوسائط ويشير SERDES إلى جهاز تسلسل/إزالة تسلسل. ويشير إلى الجهاز الذي ينفذ التحكم في الوسائط أي XGTC والطبقات العليا وجهاز SERDES الموصول اختياريًا بالطبقة الفرعية المعتمدة على الوسط المادي.

4 الاختصارات والأسماء المختصرة

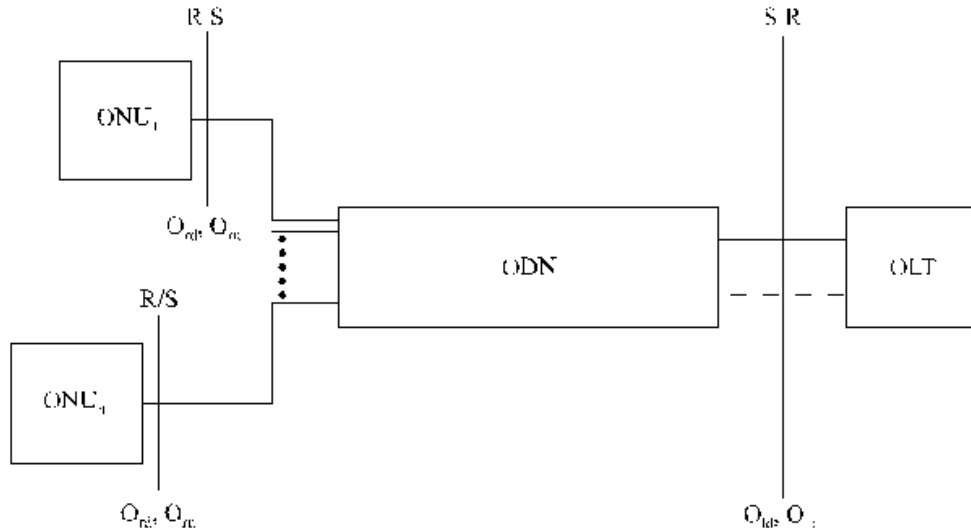
انظر الفقرة 4 من التوصية [ITU-T G.987].

5 الاصطلاحات

انظر الفقرة 5 من التوصية [ITU-T G.987].

6 بنية شبكة النفاذ البصرية

انظر التوصية [ITU-T G.984.1] ومن باب التيسير، يرد أدناه الشكل 1-6 المستنسخ من الشكل 1 الوارد في التوصية [ITU-T G.984.2]:



R and S
 O_{pl}, O_{pl}, O_{lt}, O_{lt}
 - - -

نقاط مرجعية
 سطوح بينية بصرية
 ليف بصري واحد أو أكثر
 ألياف حماية اختيارية

Gsup48(10)_F6-1

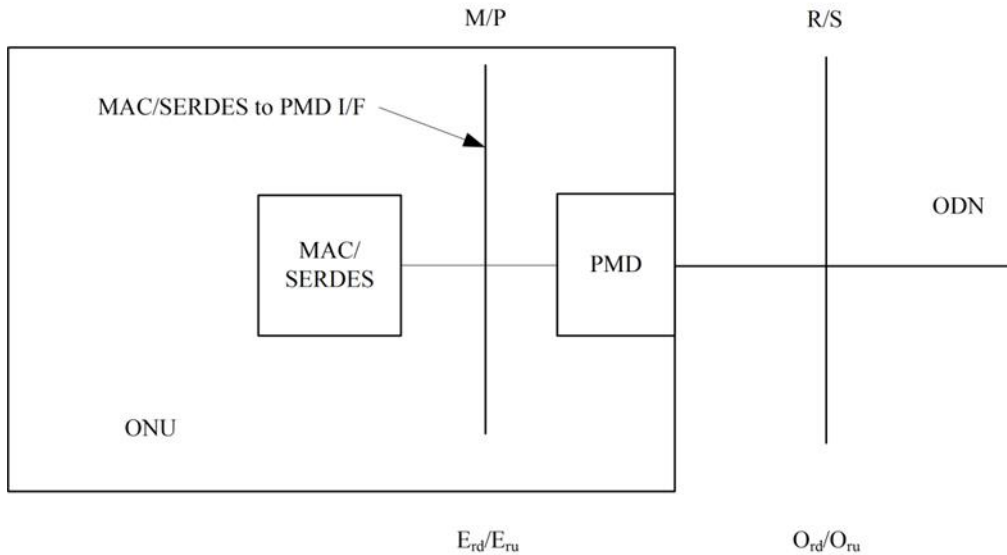
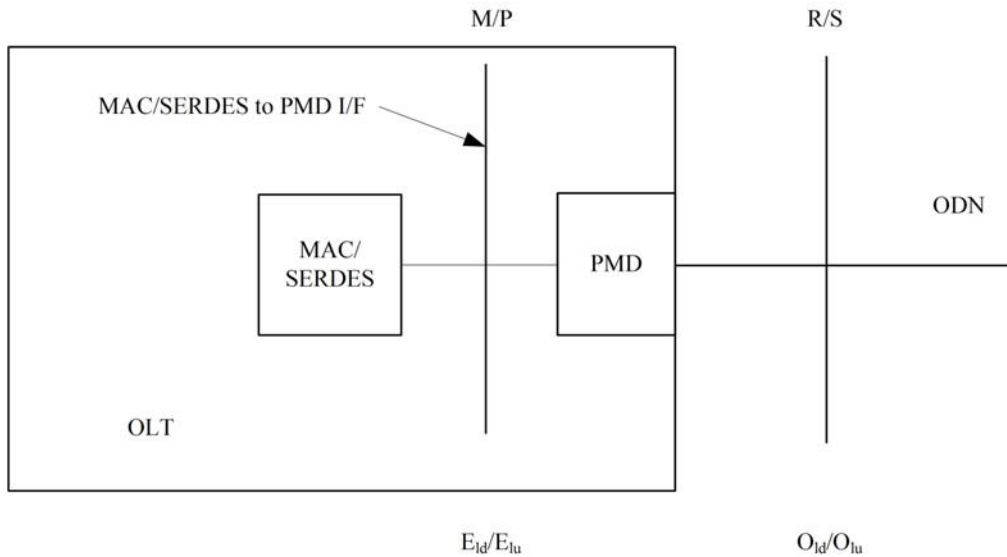
الشكل 1-6 - تشكيلة مادية عامة لشبكة التوزيع البصرية (مستنسخ من الشكل 1 من التوصية [ITU-T G.984.2])

يُحدد اتجاهان للإرسال البصري في شبكة التوزيع البصرية على النحو التالي:

- اتجاه هبوطي للإشارات المرسلة من انتهائية الخط البصري إلى وحدة أو وحدات شبكة بصرية.
- اتجاه صعودي للإشارات المرسلة من وحدة أو وحدات شبكة بصرية إلى انتهائية الخط البصري.

ويمكن أن يحدث الإرسال في الاتجاهين الهبوطي والصعودي في نفس الليف ومكوناته (تشكيل الإرسال المزدوج/الإرسال المزدوج بموجات مختلفة).

ويعرض الشكل 2-6 النقاط المرجعية بين السطوح البينية MAC/SERDES و PMD عند وحدة الشبكة البصرية وانتهائية الخط البصري.



R, S, M, P نقاط مرجعية
 $O_{ld}, O_{lu}, O_{rd}, O_{ru}$ سطوح بينية بصرية
 $E_{ld}, E_{lu}, E_{rd}, E_{ru}$ نقاط مرجعية

G Sup.48(10)_F6.2

الشكل 2-6 - النقاط المرجعية بين السطوح البينية MAC/SERDES وPMD ومعمارية وحدة الشبكة البصرية وانتهائية الخط البصري

7 متطلبات السطح البيني MAC/SERDES إلى السطح البيني PMD

تعرّف هذه الإضافة السطوح البينية الكهربائية بين المكون البصري PMD والجهاز MAC/SERDES في الشبكة XG-PON1، التي تعمل بمعدل اسمي لا تناظري يبلغ 9,95328 Gbit/s في الاتجاه الهبوطي و 2,48832 Gbit/s في الاتجاه الصعودي. والسطح البيني الكهربائي عالي السرعة بين MAC/SERDES ووحدة PMD عبارة عن مواصفة موسعة للمعيار XG-PON1 للسطوح البينية الكهربائية المحددة في مختلف الاتفاقات PMD MSA، مثل SFI وXFI ويُعرّف السطح البيني SFI بالنسبة إلى [SFP+] وXFI بالنسبة إلى [XFP] وتشمل هذه السطوح البينية الكهربائية أيضاً التشديد المسبق للإرسال وتسوية الاستقبال للتغلب على لوحة الدارات المطبوعة (PCB) وأعطال الوسائط الخارجية.

وعند وحدة الشبكة البصرية، يستند السطح البيني الكهربائي لجهاز إرسال واستقبال البيانات عالي السرعة إلى منطوق AC عالي السرعة ومنخفض الجهد المقترن بمعاوقة تفاضلية اسمية تبلغ 100 Ω.

وعند انتهائية الخط البصري، يستند السطح البيني الكهربائي لجهاز إرسال البيانات عالي السرعة إلى منطوق AC عالي السرعة ومنخفض الجهد المقترن بمعاوقة تفاضلية اسمية تبلغ 100 Ω.

وعند انتهائية الخط البصري، يستند السطح البيني الكهربائي لجهاز استقبال البيانات عالي السرعة إلى منطوق AC عالي السرعة ومنخفض الجهد المقترن بمعاوقة تفاضلية اسمية تبلغ 100 Ω.

وتشمل المواصفات الكهربائية أيضاً إشارات التحكم في السرعة المنخفضة من أجل الإرسال بأسلوب الرشقة وتشغيل الاستقبال بأسلوب الرشقة. وتعمل خطوط التحكم في كل إرسال بأسلوب الرشقة (كل عشرات المئات من ثواني الدقيقة) ويمكن تبديلها في عدد قليل من النانوثواني.

ويرد تعريف الخاصية والمواصفات البصرية لوحدة الطبقة PMD في التوصية [ITU-T G.987.2]. ويرد تعريف مواصفة التحكم MAC وتشغيله في التوصية [ITU-T G.987.3].

ومن المفترض أن تشمل وحدات PMD المطابقة لهذه الإضافة على وظيفة استعادة بيانات الميقاتية (CDR) أو لا تشمل عليها. ومن المفترض أن يُسمح لوحدة PMD وأجهزة MAC/SERDES التي تمثل هذه الإضافة بأن تقوم بوظيفة التشديد المسبق في إرسال البيانات والتسوية في استقبال البيانات من أجل الحفاظ على سلامة إشارة المسير الكهربائي. وفي حال وجود استعادة بيانات الميقاتية/إعادة ضبط التوقيت داخل PMD، قد تكون هناك حاجة إلى إضافة إشارات Ref_clk لتوفير ميقاتية مرجعية لتشغيلها.

1.7 أداء معدل أخطاء البتات (BER)

يُعرف معدل أخطاء البتات للشبكة XG-PON1 في التوصيتين [ITU-T G.987.2] و [ITU-T G.987.3]. والتصحيح الأمامي للأخطاء (FEC) إلزامي في التشغيل في الاتجاه الهبوطي، وإلزامي للتنفيذ ولكنه اختياري في التشغيل في الاتجاه الصعودي. والتصحيح الأمامي للأخطاء في الاتجاه الهبوطي هو RS(248, 216, 32) والتصحيح الأمامي للأخطاء في الاتجاه الصعودي هو RS(248, 232, 16) بالنسبة للمعدل اللاتناظري. ولذلك، من المتوقع أن يكون معدل أخطاء البتات للتشغيل في الاتجاه الهبوطي هو 10^{-3} ومعدل أخطاء البتات للتشغيل في الاتجاه الصعودي هو $10^{-12/4}$ ، تبعاً لتعطيل/تمكين تشغيل التصحيح الأمامي للأخطاء.

2.7 تشفير خطي

يكون التشفير الخطي في الاتجاه الهابط والاتجاه الصاعد للشبكة XG-PON1 على أساس عدم الرجوع إلى الصفر.

3.7 منهجية الإرسال

يتحقق الإرسال ثنائي الاتجاه باستعمال تقنية تعدد الإرسال بتقسيم طول الموجة (WDM) على ليف واحد. وتكون الإشارة في الاتجاه الصاعد متعددة الإرسال بتقسيم الزمن (TDMed) بين مختلف وحدات الشبكة البصرية.

ولذلك يُفترض وجود سطح بيني RX منفصل واحد ووسطح بيني TX منفصل واحد عند السطح البيني الكهربائي، سواء عند وحدة الشبكة البصرية أو عند انتهائية الخط البصري. ونظراً لأن مسير الاتجاه الصاعد متعدد الإرسال بتقسيم الزمن (TDMed) بين مختلف وحدات الشبكة البصرية، يتم تبديل TX عند وحدة الشبكة البصرية وفقاً لتوزيع الرشقات ويتم تبديل RX عند انتهائية الخط البصري بين التوزيع المختلف لوحدات الشبكة البصرية. ويُطلق على هذا التشغيل اسم "أسلوب الرشقة". ويؤثر وقت التبديل على أداء الشبكة.

وتعرف التوصية [ITU-T G.987.3] متطلبات التوقيت للتبديل. وينبغي أن يراعي السطح البيني الكهربائي أسلوب الرشقة.

4.7 التعايش

ينبغي أن يتعايش تشغيل الشبكة XG-PON1 على نفس الشبكة البصرية المنفصلة مع شبكة G-PON والشبكتان XG-PON1 و G-PON متعددتا الإرسال بتقسيم طول الموجة في كل من القنوات الهبوطية والصعودية.

5.7 التشخيص

من المتوقع أن تقوم طبقة PMD بجمع بيانات تشخيصية لخصائص الوصلة البصرية، بما في ذلك على سبيل المثال لا الحصر، مؤشر شدة الإشارة المستقبلية (RSSI). وينبغي أن يحدد السطح البيئي الكهربائي مسير بيانات لنقل هذا التشخيص إلى السطح البيئي MAC/SERDES.

وعند وحدة الشبكة البصرية، من المتوقع أن يكون جمع البيانات التشخيصية من PMD إلى MAC/SERDES بطريقة رقمية، مما يعني أن طبقة PMD تجمع البيانات التشخيصية وترسلها إلى MAC/SERDES من خلال السطح البيئي لإدارة المضيفة من خلال خريطة الذاكرة، والتي لم تتحدد في هذه الإضافة ويمكن العثور عليها في اتفاقات MSA مختلفة كما هو الحال في المعيار [SFF-8472]. ولا تخصص دبابيس خاصة عند وحدة الشبكة البصرية لمؤشر RSSI لأن قدرة الاستقبال البصرية مستمرة.

وعند انتهائية الخط البصري، من المتوقع أن يكون جمع البيانات التشخيصية من PMD إلى MAC/SERDES بطريقة رقمية، مما يعني أن طبقة PMD تجمع البيانات التشخيصية وترسلها إلى MAC/SERDES من خلال السطح البيئي لإدارة المضيف من خلال خريطة الذاكرة، والتي لم تتحدد في هذه الإضافة ويمكن العثور عليها في اتفاقات MSA مختلفة كما هو الحال في المعيار [SFF-8472]. وبما أن مؤشر RSSI يقاس بأسلوب الرشقة لكل وحدة شبكة بصرية، فهناك حاجة إلى إشارة ومضية من شأنها أن تحدد للطبقة MAD النقطة الصحيحة لقياس مؤشر RSSI من أجل وحدة الشبكة البصرية المحددة التي يرغب فيها السطح البيئي MAC/SERDES. وبعد أن تحدد الطبقة PMD المشغل، تقوم بإجراء القياس، ثم تعرض النتيجة في سجل يمكن قراءته من خلال السطح البيئي لإدارة المضيف. وتقع مسؤولية حساب متوسط المؤشر RSSI لكل وحدة ONU وتخزين المعلومات المتعلقة بكل منها على عاتق كيان الإدارة. وتصف الفقرة 2.3.8 متطلبات التوقيت أو العملية.

دلالة على وحدة شبكة بصرية احتيالية

عند وحدة شبكة بصرية، من المتوقع أن تقدم قناة إدارة المضيف دلالة على وحدة شبكة بصرية احتيالية وأن تُستطلع بواسطة السطح البيئي MAC/SERDES من أجل الإنذار. ويمكن أن تأتي الدلالة من خلال دلالة الإرسال في حالة عدم تفعيل التصريح أو عنصر مماثل من قبيل التحقق من متوسط معدل الإرسال.

6.7 الإدارة

من المتوقع أن يكون للطبقة PMD سطح بيئي إداري ثنائي الأسلاك. وينبغي إضافة نعوت إدارية خاصة لشبكة بصرية منفصلة في هذه الإضافة.

وتناقش في هذه الإضافة المعلومات التالية:

وحدة شبكة بصرية:

قدرة مؤشر شدة الإشارة المستقبلية (RSSI)

دلالة على وحدة شبكة بصرية احتيالية

القدرة على توفير الطاقة - غير متاح، TX فقط، RX+TX

جميع معلمات التوقيت مستمدة من الفقرة 1.3.8:

- وقت تفعيل الليزر في البصريات؛
- وقت توقيف الليزر في البصريات؛
- الوقت الذي تحتاجه البصريات قبل الخروج من وضع توفير الطاقة؛
- الوقت الذي تحتاجه البصريات حتى تتمكن من الانتقال إلى أسلوب توفير الطاقة.

انتهائية الخط البصري:

قدرة مؤشر شدة الإشارة المستقبلية (RSSI)

جميع معلمات التوقيت مستمدة من الفقرة 2.3.8:

- الوقت من بداية التصريح إلى RX_RESET؛
- عرض النبضة RX_RESET؛
- عرض نبضة ومضة RSSI؛
- الوقت اللازم حتى تصبح بيانات RSSI صالحة في السجل؛
- زمن تأخير الومضة لمراقبة مستقرة.

8 السطح البيئي MAC/SERDES إلى السطح البيئي PMD – مواصفات السطوح البيئية الكهربائية

تقدم هذه الفقرة مواصفات السطح البيئي الكهربائي بين MAC/SERDES و MAD في الشبكة XG-PON1. وستُقدم في هذه الفقرة، تعاريف الإشارات ومتطلبات توقيتها، بالإضافة إلى المواصفات الكهربائية AC للسطح البيئي المحدد.

1.8 تعاريف دبوس السطح البيئي MAC/SERDES إلى السطح البيئي PMD

1.1.8 تعريف دبوس السطح البيئي MAC/SERDES إلى السطح البيئي PMD عند وحدة الشبكة البصرية

1.1.1.8 جدول تعريف الدبوس

يقدم الجدول 1-8 تعريف دبوس محدد للشبكة البصرية المنفصلة للسطح البيئي ONU MAC/SERDES إلى السطح البيئي PMD. ويُعرّف السطح البيئي من جانب PMD. ويوصل PMD بجهاز SERDES. ويكون التكامل بين SERDES والقدرة CDR ومجموعة شرائح MAC اختيارياً.

الجدول 1-8 - تعريف دبوس السطح البيني MAC/SERDES إلى السطح البيني PMD في وحدة شبكة بصرية

الرمز	المنطق	الاسم/الوصف
TXD+	LVCML	خط إرسال البيانات غير المعكوس. اقتران التيار المتردد
TXD-	LVCML	خط إرسال البيانات المعكوس. اقتران التيار المتردد
RXD+	LVCML	خط استقبال البيانات غير المعكوس. اقتران التيار المتردد
RXD-	LVCML	خط استقبال البيانات المعكوس. اقتران التيار المتردد
TX_FAULT	LVTTL	عطل الإرسال
TX_DIS	LVTTL	تعطيل جهاز الإرسال. وقف تشغيل خرج ليزر جهاز الإرسال. (الملاحظة 1)
M_DIS	LVTTL	تعطيل الوحدة. وضع الوحدة في وضع السكون. (الملاحظة 2)
RX_LOS	LVTTL	مؤشر فقدان إشارة جهاز الاستقبال.
Ref_clk+	LVCML	خط بيانات غير معكوس في ميقاتية مرجعية لاستعادة بيانات الميقاتية. اقتران التيار المتردد. دبوس اختياري
Ref_clk-	LVCML	خط بيانات معكوس في ميقاتية مرجعية لاستعادة بيانات الميقاتية. اقتران التيار المتردد. دبوس اختياري
Man_D	LVTTL	إشارة تسلسل بيانات الإدارة. (الملاحظة 3)
Man_C	LVTTL	إشارة ميقاتية الإدارة. (الملاحظة 3)

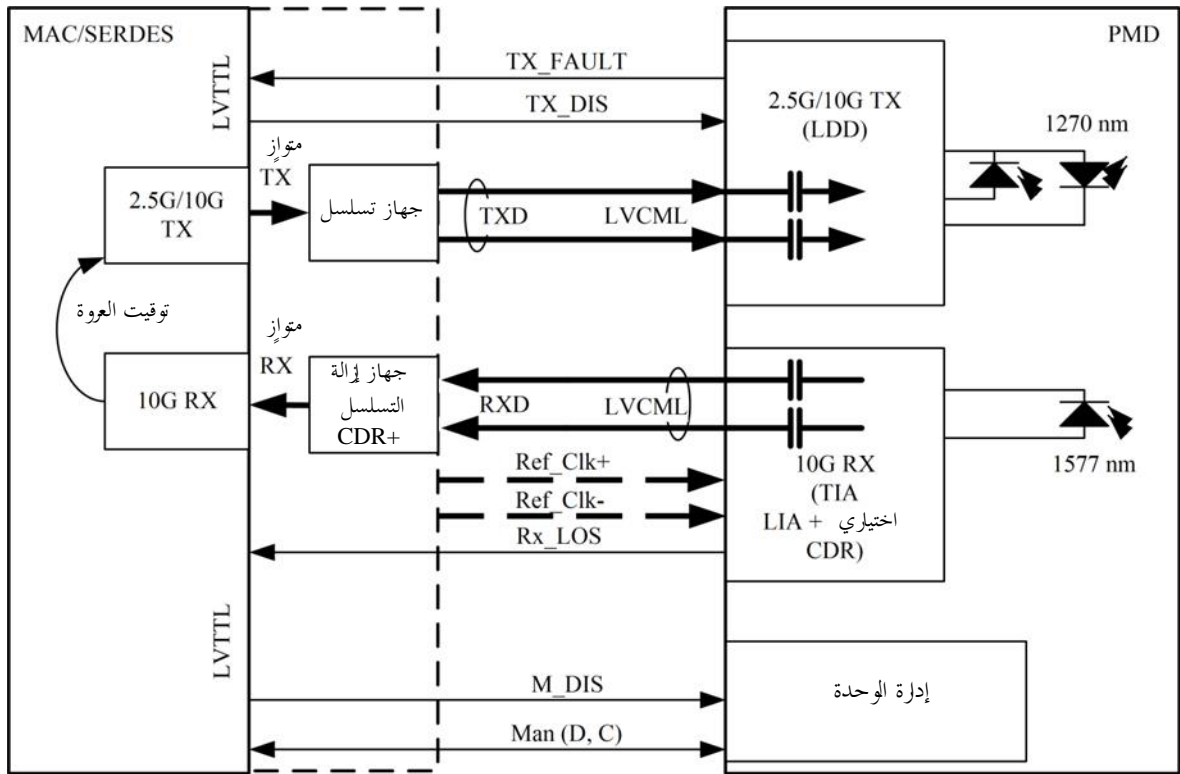
الملاحظة 1 - تتسم الإشارة بخصائص أسلوب الرشقة ويُشتق وقت التبديل من وقت التبديل الوارد في التوصية [ITU-T G.987.2]. وللاطلاع على مخطط التوقيت، انظر الفقرة 3.8.

الملاحظة 2 - تُستخدم هذه الإشارة في عملية توفير الطاقة على النحو المبين في التوصية [ITU-T G.987.3]. تتسم الإشارة بخصائص أسلوب الرشقة. ويُشتق وقت التبديل من مواصفات توفير الطاقة الواردة في التوصية [ITU-T G.987.3]. وللاطلاع على مخطط التوقيت، انظر الفقرة 3.8.

الملاحظة 3 - تحال إشارة تسلسل بيانات الإدارة إلى مواصفات PMD مثل [SFP+] و[XFP] وينبغي أن تعمل وفقاً لذلك.

2.1.1.8 مخطط السطح البيني

يوضح الشكل 1-8 السطح البيني MAC/SERDES إلى السطح البيني PMD في وحدة شبكة بصرية. توصل وحدة PMD بجهاز SERDES. والتكامل بين SERDES وفدرة CDR ومجموعة شرائح MAC اختياري.



G Supp.48(10)_F8.1

الشكل 1-8 - التوصيل الكهربائي بين MAC/SERDES و PMD في وحدة شبكة بصرية

3.1.1.8 تفاصيل السطح البيئي

تقدم هذه الفقرة تفاصيل الإشارات. ومع ذلك، بالنسبة للمواصفات الكاملة، هناك حاجة إلى الرجوع إلى مواصفات PMD المحددة، مثل [SFP+] أو [XFP].

TXD+

TXD+ هو الخط الموجب غير المعكوس لخط دخل البيانات LVCML. وهو دخل إلى وحدة PMD. ويكون للدخل حجج تيار مستمر لاقتزان التيار المتردد للإشارة عند PMD.

TXD-

TXD- هو الخط السالب المعكوس لخط دخل البيانات LVCML. وهو دخل إلى وحدة PMD. ويكون للدخل حجج تيار مستمر لاقتزان التيار المتردد للإشارة عند PMD.

RXD+

RXD+ هو الخط الموجب غير المعكوس لخط خرج البيانات LVCML. وهو خرج إلى وحدة PMD. ويكون للخروج حجج تيار مستمر لاقتزان التيار المتردد للإشارة عند PMD.

RXD-

RXD- هو الخط السالب المعكوس لخط خرج البيانات LVCML. وهو خرج إلى وحدة PMD. ويكون للخروج حجج تيار مستمر لاقتزان التيار المتردد للإشارة عند PMD.

TX_FAULT

TX_FAULT هو خرج وحدة PMD، ويشير إلى حالة عطل في ليزر جهاز الإرسال أو مشكلة في السلامة. و TX_FAULT عبارة عن إشارة LVTTL. وإذا تعذر تشغيل السطح البيني TX_FAULT عند PMD، ينبغي أن يظل منخفضاً من خلال وحدة PMD (دون أن يشير إلى عطل).

وعندما يكون TX_FAULT مرتفعاً، فإنه يشير إلى أن جهاز إرسال وحدة PMD قد اكتشف حالة عطل.

TX_DIS

TX_DIS هو مدخل إلى وحدة PMD ويتحكم في إرسال الليزر. عندما تكون قيمة TX_DIS منخفضة، يبدأ الليزر في الإرسال بعد وقت تشغيل الليزر (laser_on time). وعندما تكون قيمة TX_DIS مرتفعة أو تُترك مفتوحة، يتوقف الليزر عن الإرسال بعد وقت وقف تشغيل الليزر (laser_off time). و TX_DIS عبارة عن إشارة LVTTL. ويتم سحب TX_DIS بواسطة PMD مع مقاوم أو انتهائية نشطة.

M_DIS

M_DIS هو دخل إلى وحدة PMD ويتحكم في أسلوب توفير الطاقة لوحدة PMD. وعندما تكون قيمة M_DIS منخفضة، تنتقل وحدة PMD إلى وضع توفير الطاقة بعد وقت إيقاف التشغيل. وعندما تكون قيمة M_DIS مرتفعة أو تُترك مفتوحة، تنتقل الوحدة PMD إلى الوضع العادي بعد وقت التشغيل. ولا يمكن تفعيل TX_DIS إلا بعد أن يعود PMD إلى الوضع العادي. و M_DIS عبارة عن إشارة LVTTL. ويتم سحب M_DIS بواسطة PMD مع مقاوم أو انتهائية نشطة. ويمكن لوضع توفير الطاقة أن يوقف تشغيل جهاز الإرسال أو جهازي الإرسال والاستقبال معاً. وقد لا يوجد هذا التحكم أيضاً عند وحدة PMD على الإطلاق. ويشار إلى حالة وقدرات توفير الطاقة من خلال السطح البيني للإدارة التسلسلية.

RX_LOS

RX_LOS هو خرج وحدة PMD ويشير إلى أن مستوى القدرة البصرية عند دخل جهاز الاستقبال أقل من عتبة LOS. و RX_LOS عبارة عن إشارة LVTTL. وعندما تكون قيمة RX_LOS مرتفعة، فإنها تشير إلى أن مستوى القدرة البصرية عند دخل جهاز الاستقبال أقل من عتبة LOS.

وإذا تعذر تشغيل RX_LOS عند PMD، ينبغي أن يظل منخفضاً من خلال وحدة PMD.

و يتم سحب RX_LOS باستخدام MAC/SERDES مع مقاوم أو انتهائية نشطة.

Ref_clk+

Ref_clk+ هو الخط الموجب غير المعكوس لخط دخل الميقاتية المرجعية LVCML CDR في حالة دمج استعادة بيانات الميقاتية/إعادة ضبط الوقت داخل وحدة PMD ويحتاج إلى ميقاتية مرجعية، وقد تكون هناك حاجة إلى إضافة إشارات Ref_clk لتوفير ميقاتية مرجعية لتشغيله.

Ref_clk-

Ref_clk- هو الخط السالب المعكوس لخط دخل الميقاتية المرجعية LVCML CDR في حالة دمج استعادة بيانات الميقاتية/إعادة ضبط الوقت داخل وحدة PMD ويحتاج إلى ميقاتية مرجعية. وهو دبوس اختياري. وهو عبارة عن دخل إلى وحدة PMD. ويكون للدخل حجب تيار مستمر لاقتزان التيار المتردد للإشارة عند PMD.

Man_D

Man_D هو دبوس البيانات وإشارة دخل/خرج. و Man_D عبارة عن إشارة LVTTL.

و يتم سحب Man_D باستخدام MAC/SERDES مع مقاوم أو انتهائية نشطة.

Man_C هو سطح بيني كهربائي من سلكين يستخدم في الإدارة. و Man_C هو دبوس الميقاتية وإشارة دخل/خرج إلى وحدة PMD. و Man_C عبارة عن إشارة LVTTTL.

ويتم سحب Man_C باستخدام MAC/SERDES مع مقاوم أو انتهائية نشطة.

2.1.8 تعريف السطح البيني MAC/SERDES إلى PMD في انتهائية الخط البصري

1.2.1.8 جدول تعريف الدبوس

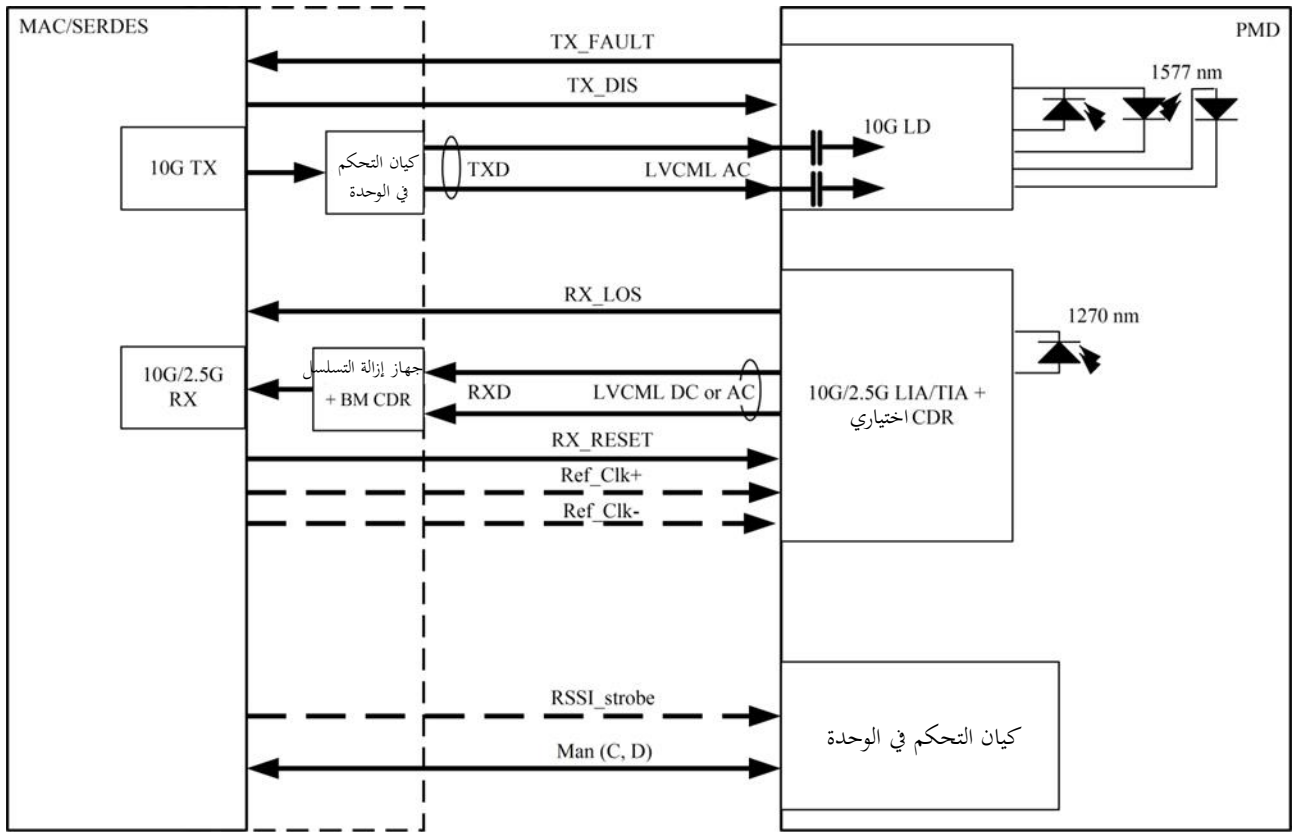
يقدم الجدول 2-8 تعريف دبوس محدد لانتهاائية الخط البصري للسطح البيني OLT MAC/SERDES إلى السطح البيني PMD. ويُعرّف السطح البيني من جانب PMD. ويوصل PMD بجهاز SERDES. ويكون التكامل بين SERDES والفدرة CDR ومجموعة شرائح MAC اختيارياً.

الجدول 2-8 - تعريف دبوس السطح البيني MAC/SERDES إلى السطح البيني PMD في انتهائية الخط البصري

الاسم/الوصف	المنطق	الرمز
خط إرسال البيانات غير المعكوس. اقتران التيار المتردد	I	LVCML
خط إرسال البيانات المعكوس. اقتران التيار المتردد	I	LVCML
خط استقبال البيانات غير المعكوس. اقتران التيار المتردد	O	LVCML
خط استقبال البيانات المعكوس. اقتران التيار المتردد	O	LVCML
عطل الإرسال	O	LVTTTL
تعطيل جهاز الإرسال. وقف تشغيل خرج الليزر	I	LVTTTL
إعادة ضبط محرك استقبال الوحدة البصرية. إشارة إلى بداية الرشفة من السطح البيني MAC/SERDES (الملاحظة 1)	I	LVTTTL
مؤشر فقدان إشارة جهاز الاستقبال	O	LVTTTL
إشارة الومضة RSSI. توفر ومضة لقياس قدرة الإشارة البصرية المستقبلية. وهي اختيارية في حال إجراء اعتيان رقمي في وحدة PMD. (الملاحظة 2)	I	LVTTTL
خط البيانات غير المعكوس للميقاتية المرجعية CDR. اقتران التيار المتردد. دبوس اختياري.	I	LVCML
خط البيانات المعكوس للميقاتية المرجعية CDR. اقتران التيار المتردد. دبوس اختياري.	I	LVCML
إشارة تسلسل بيانات الإدارة (الملاحظة 3)	I/O	LVTTTL
إشارة ميقاتية الإدارة. (الملاحظة 3)	I	LVTTTL
الملاحظة 1 - تتسم الإشارة بخصائص أسلوب الرشفة ويُشتق وقت التبديل من وقت التبديل الوارد في التوصية [ITU-T G.987.2]. وللاطلاع على مخطط التوقيت، انظر الفقرة 3.8.		
الملاحظة 2 - تتسم الإشارة بخصائص أسلوب الرشفة ويُشتق وقت التبديل من وقت التبديل الوارد في التوصية [ITU-T G.987.2]. وللاطلاع على مخطط التوقيت، انظر الفقرة 3.8.		
الملاحظة 3 - تحال إشارة تسلسل بيانات الإدارة إلى مواصفات PMD مثل [SFP+] و[XFP] وينبغي أن تعمل وفقاً لذلك.		

2.2.1.8 مخطط السطح البيني

يوضح الشكل 2-8 السطح البيني MAC/SERDES إلى السطح البيني PMD في انتهائية الخط البصري. توصل وحدة PMD بجهاز SERDES. والتكامل بين SERDES وفدرة CDR ومجموعة شرائح MAC اختياري.



G Supp.48_F8.2

الشكل 2-8 - التوصيل الكهربائي بين MAC/SERDES و PMD في انتهائية الخط البصري

3.2.1.8 تفاصيل السطح البيئي

تقدم هذه الفقرة تفاصيل الإشارات. ومع ذلك، بالنسبة للمواصفات الكاملة، هناك حاجة إلى الرجوع إلى مواصفات PMD المحددة، مثل [SFP+] أو [XFP].

TXD+

TXD+ هو الخط الموجب غير المعكوس لخط دخل البيانات LVCML. وهو دخل إلى وحدة PMD. ويكون للدخل حجب تيار مستمر لاقتزان التيار المتردد للإشارة عند PMD.

TXD-

TXD- هو الخط السالب المعكوس لخط دخل البيانات LVCML. وهو دخل إلى وحدة PMD. ويكون للدخل حجب تيار مستمر لاقتزان التيار المتردد للإشارة عند PMD.

RXD+

RXD+ هو الخط الموجب غير المعكوس لخط خرج البيانات LVCML. وهو خرج إلى وحدة PMD. ويكون للخرج حجب تيار مستمر لاقتزان التيار المتردد للإشارة عند PMD. وفي التيار DC المقترن، لا يوجد حجب للتيار DC.

RXD-

RXD- هو الخط السالب المعكوس لخط خرج البيانات LVCML. وهو خرج إلى وحدة PMD. وهناك اختياران، تيار AC مقترن وتيار DC مقترن. وفي التيار AC المقترن عند PMD، يكون للخرج حجب تيار مستمر لاقتزان التيار المتردد للإشارة. وفي التيار DC المقترن، لا يوجد حجب للتيار DC.

TX_FAULT

TX_FAULT هو خرج وحدة PMD، ويشير إلى حالة عطل في ليزر جهاز الإرسال أو مشكلة في السلامة. و TX_FAULT عبارة عن إشارة LVTTTL. وإذا تعذر تشغيل السطح البيئي TX_FAULT عند PMD، ينبغي أن يظل منخفضاً من خلال وحدة PMD (دون أن يشير إلى عطل). وعندما يكون TX_FAULT مرتفعاً، فإنه يشير إلى أن جهاز إرسال وحدة PMD قد اكتشف حالة عطل.

ويتم سحب TX_FAULT باستخدام MAC/SERDES مع مقاوم أو انتهائية نشطة.

TX_DIS

TX_DIS هو مدخل إلى وحدة PMD ويتحكم في إرسال الليزر. عندما تكون قيمة TX_DIS منخفضة، يبدأ الليزر في الإرسال بعد وقت تشغيل الليزر (laser_on time). وعندما تكون قيمة TX_DIS مرتفعة أو تُترك مفتوحة، يتوقف الليزر عن الإرسال بعد وقت وقف تشغيل الليزر (laser_off time). و TX_DIS عبارة عن إشارة LVTTTL. ويتم سحب TX_DIS بواسطة PMD مع مقاوم أو انتهائية نشطة.

RX_RESET

RX_RESET هو دخل إلى وحدة PMD ويوفر مؤشراً لبدء الرشقة إلى جهاز الاستقبال. عندما تكون قيمة RX_RESET عالية النبضة بعرض محدد، يصبح جهاز الاستقبال جاهزاً لبيانات الرشقة بعد وقت التشغيل المتزامن (sync_time). و RX_RESET عبارة عن إشارة LVTTTL. ويتم سحب TX_DIS بواسطة PMD مع مقاوم أو انتهائية نشطة.

RSSI strobe

RSSI strobe هو دخل لوحدة PMD، ويوفر مؤشراً لقياس RSSI الرقمي إلى المستقبل (توفير الإجابة من خلال السطح البيئي للإدارة). وعندما تكون قيمة RSSI strobe عالية النبضة بعرض محدد، يصبح جهاز الاستقبال جاهزاً لبيانات الرشقة بعد الوقت المستقر (stable_time). و RSSI strobe عبارة عن إشارة LVTTTL. ويتم سحب RSSI strobe بواسطة PMD مع مقاوم أو انتهائية نشطة.

RX_LOS

RX_LOS هو خرج وحدة PMD ويشير إلى أن مستوى القدرة البصرية عند دخل جهاز الاستقبال أقل من عتبة LOS. و RX_LOS عبارة عن إشارة LVTTTL. وعندما يكون RX_LOS مرتفعاً، فإنه يشير إلى أن مستوى القدرة البصرية عند دخل جهاز الاستقبال أقل من عتبة LOS.

وإذا تعذر تشغيل RX_LOS عند PMD، ينبغي أن يظل منخفضاً من خلال وحدة PMD.

ويتم سحب RX_LOS باستخدام MAC/SERDES مع مقاوم أو انتهائية نشطة

Ref_clk+

Ref_clk+ هو الخط الموجب غير المعكوس لخط دخل الميقاتية المرجعية LVCML CDR في حالة دمج استعادة بيانات الميقاتية/إعادة ضبط الوقت داخل وحدة PMD ويحتاج إلى ميقاتية مرجعية. وهو دبوس اختياري. وهو عبارة عن دخل لوحدة PMD. ويكون للدخل حجب تيار مستمر لاقتزان التيار المتردد للإشارة عند PMD.

Ref_clk-

Ref_clk- هو الخط السالب المعكوس لخط دخل الميقاتية المرجعية LVCML CDR في حالة دمج استعادة بيانات الميقاتية/إعادة ضبط الوقت داخل وحدة PMD ويحتاج إلى ميقاتية مرجعية. وهو دبوس اختياري. وهو عبارة عن دخل إلى وحدة PMD. ويكون للدخل حجب تيار مستمر لاقتزان التيار المتردد للإشارة عند PMD.

Man_D

سطح بيني كهربائي من سلكين يستخدم في الإدارة. و Man_D هو دبوس البيانات وإشارة دخل/خرج. و Man_D عبارة عن إشارة LVTTTL.

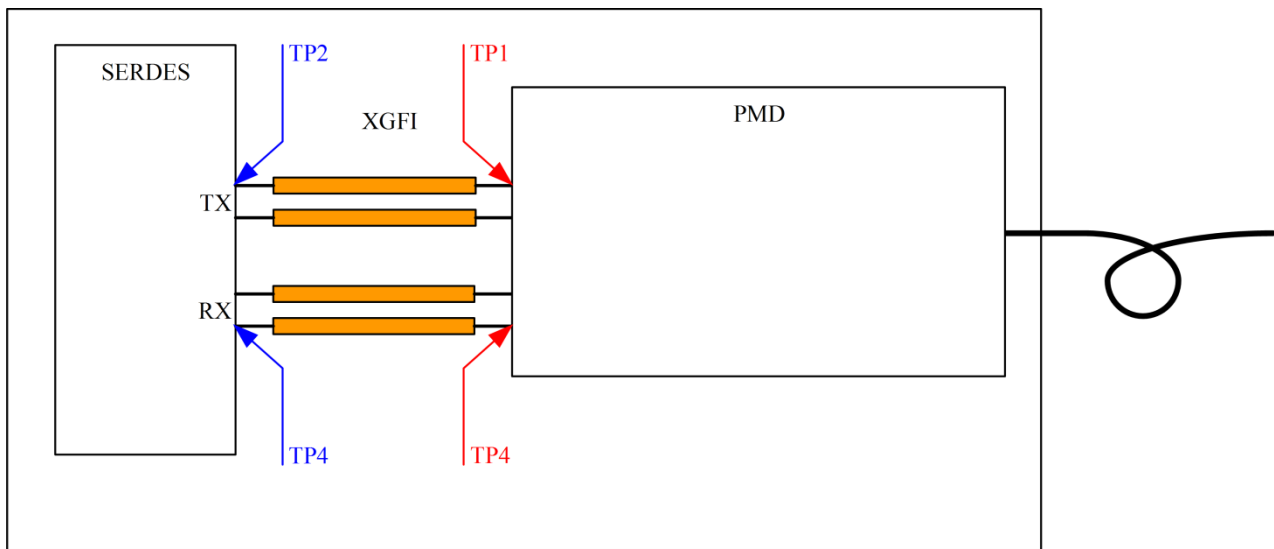
ويتم سحب Man_D باستخدام MAC/SERDES مع مقاوم أو انتهائية نشطة.

Man_C

سطح بيني كهربائي من سلكين يستخدم في الإدارة. و Man_C هو دبوس الميقاتية وإشارة دخل/خرج إلى وحدة PMD. و Man_C عبارة عن إشارة LVTTTL.

ويتم سحب Man_C باستخدام MAC/SERDES مع مقاوم أو انتهائية نشطة.

2.8 نقاط المطابقة



G Supp.48(10)_F8.3

الشكل 3-8 - نقاط المطابقة بين MAC/SERDES و PMD

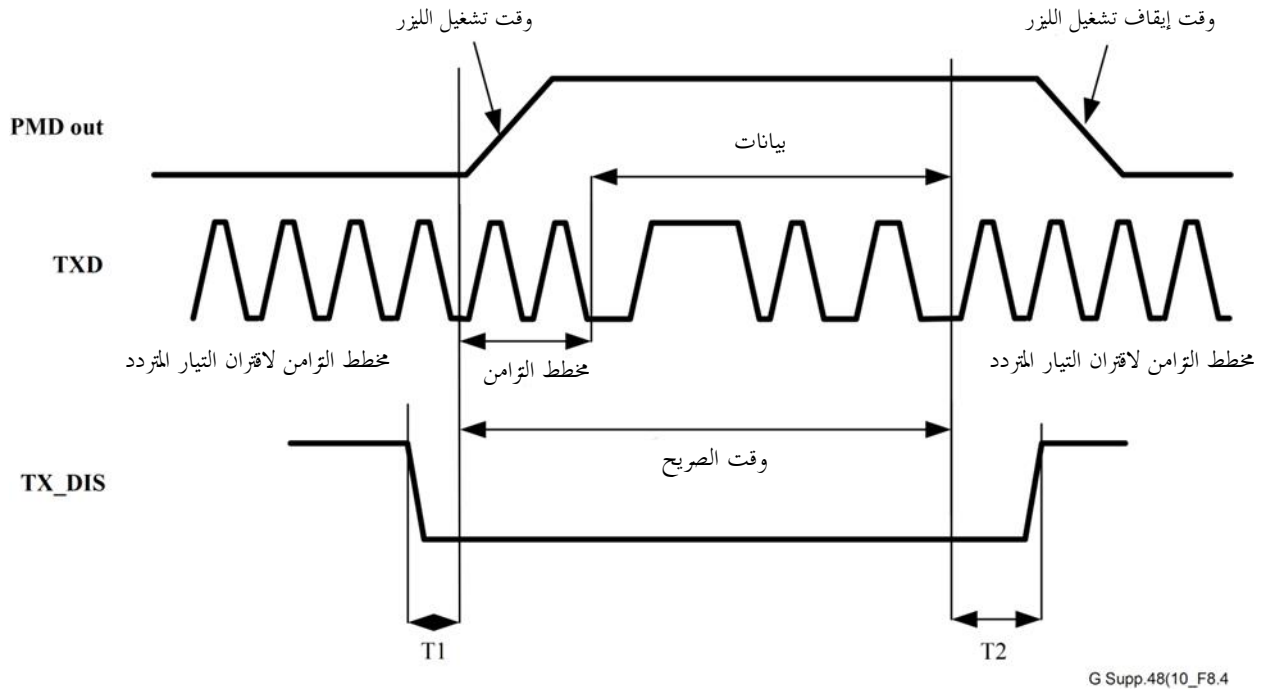
3.8 مخططات توقيت السطوح البينية PMD و MAC/SERDES

تقدم هذه الفقرة عدداً قليلاً من مخططات التوقيت الخاصة بالسطوح البينية الواردة في هذه الإضافة، مثل التشغيل بأسلوب الرشقة عند وحدة الشبكة البصرية وانتهائية الخط البصري والتشوير RSSI وتوفير الطاقة. وينبغي أن ترد هذه المخططات بالإضافة إلى مخططات التوقيت المقدمة في مواصفات PMD المختلفة المستعملة (مثل [SFP+] و [XFP]).

وفي هذه الإضافة، لن يكون هناك أي تحديد لقيم التوقيت حيث من المتوقع أن يتحقق من خلال مواصفات مكون PMD الحقيقية. ويمكن تخزين القيم في خريطة الذاكرة PMD وتحويلها إلى السطح البيني MAC/SERDES عبر قناة إدارة المضيف بسلكين.

1.3.8 وحدة الشبكة البصرية

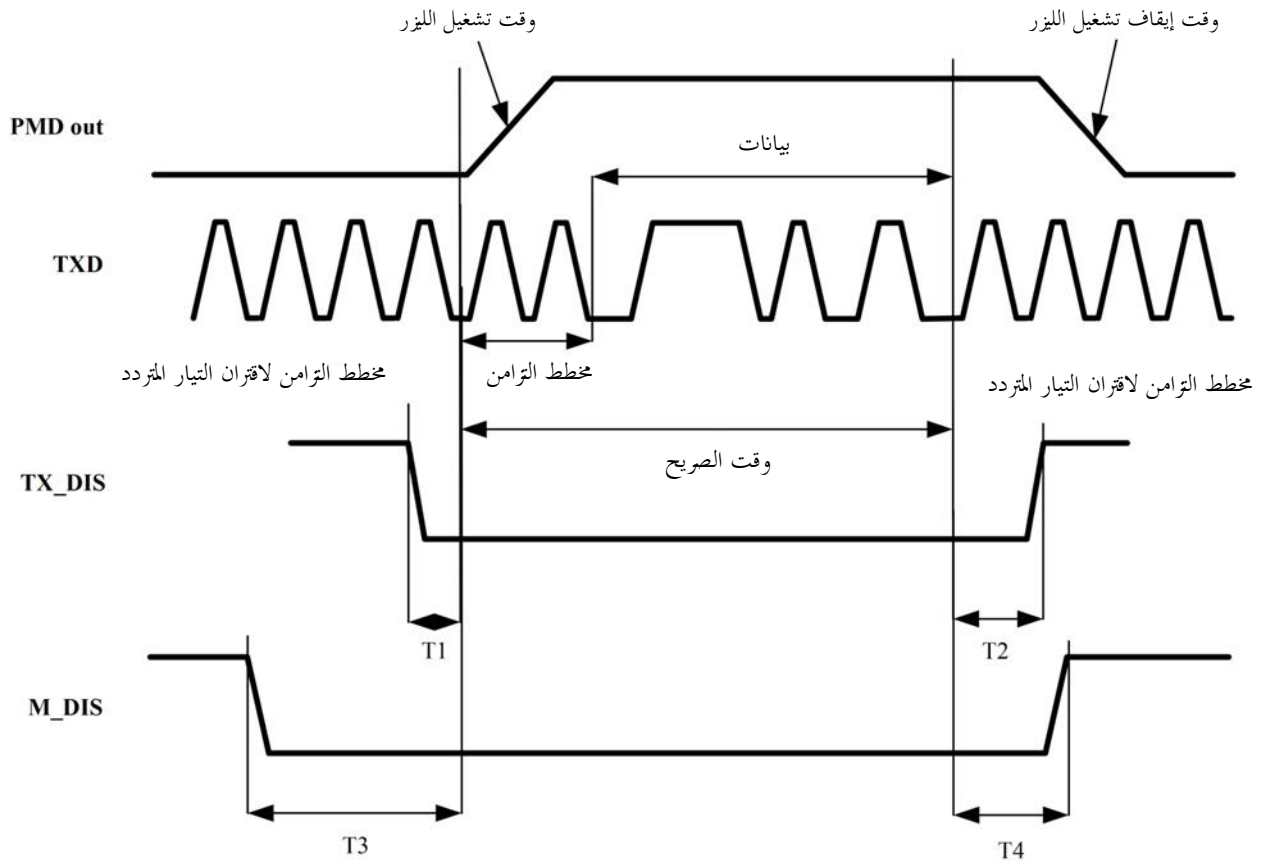
1.1.3.8 التحكم في TX_DIS



G Supp.48(10_F8.4

TX_DIS - T1 انخفاض حافة التخالف من بداية وقت التصريح
TX_DIS - T2 ارتفاع حافة التخالف من بداية وقت التصريح

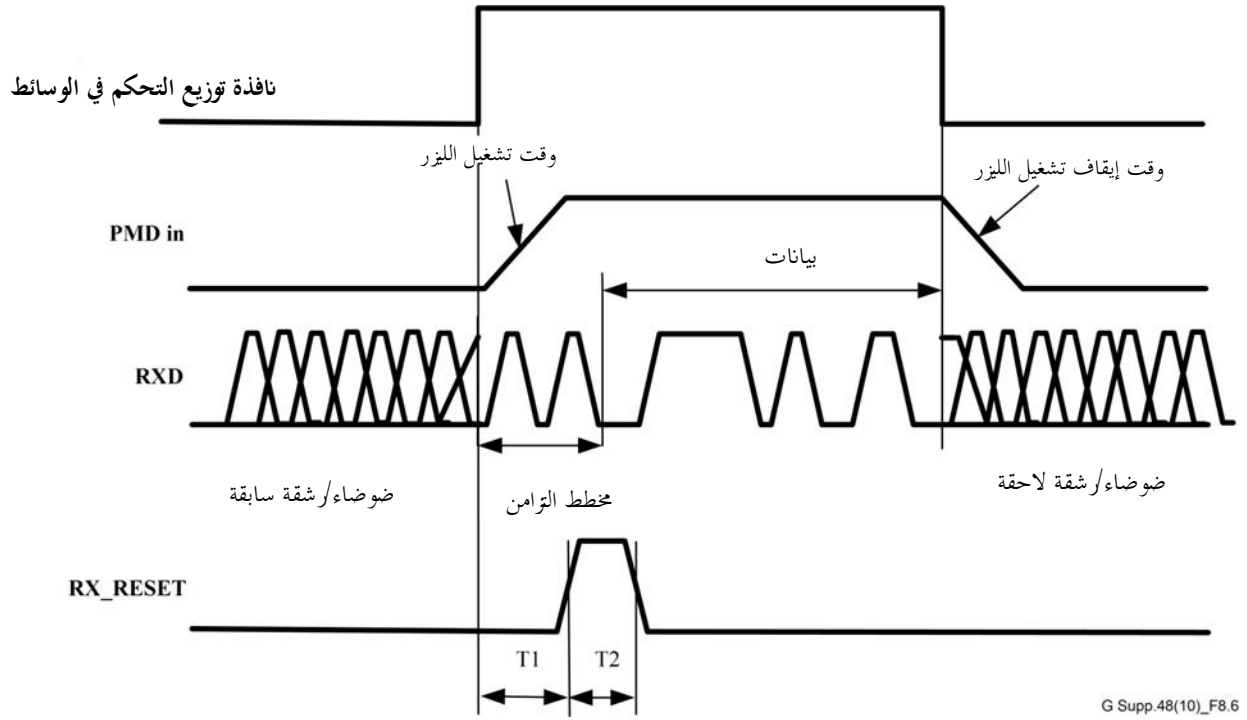
الشكل 4-8 - توقيت TX_DIS لجهاز الإرسال بأسلوب الرشقة في وحدة الشبكة البصرية



G Supp.48(10_F8.5

- T1 - TX_DIS انخفاض حافة التخالف من بداية وقت التصريح
- T2 - TX_DIS ارتفاع حافة التخالف من بداية وقت التصريح
- T3 - الوقت الذي تحتاجه البصريات قبل الخروج من وضع توفير الطاقة
- T4 - الوقت الذي تحتاجه البصريات حتى تتمكن من الانتقال إلى وضع توفير الطاقة

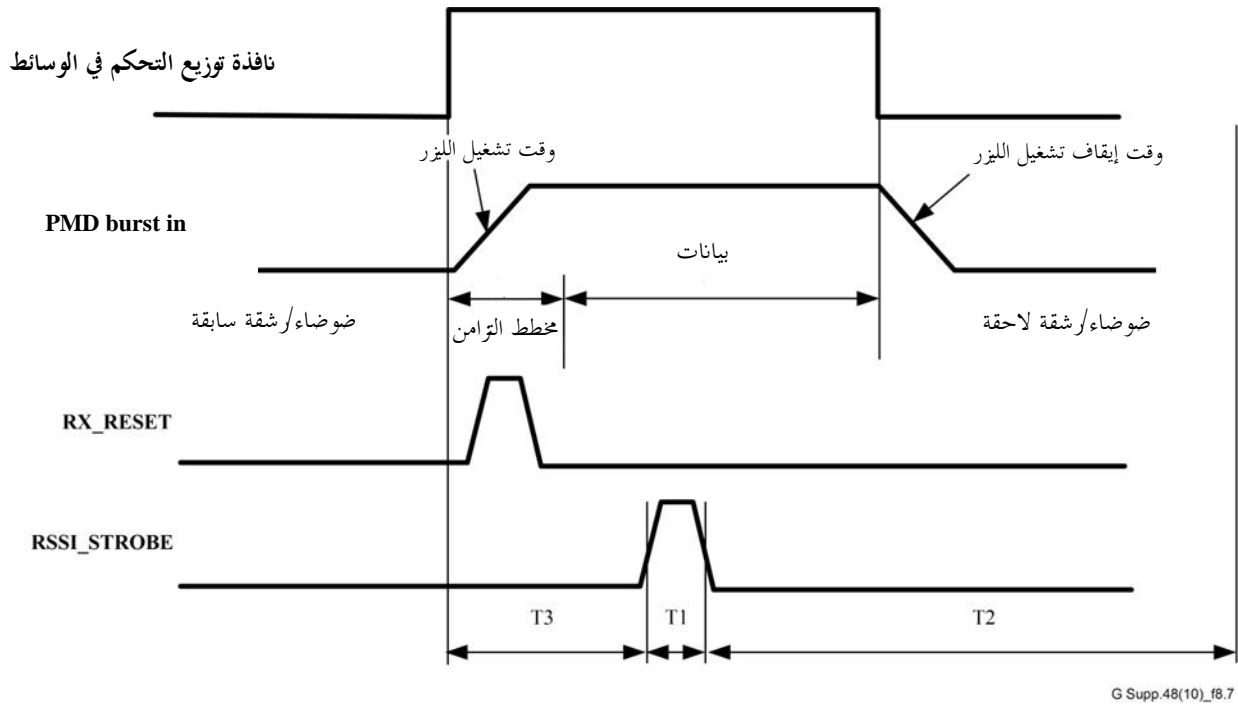
الشكل 5-8 - توقيت M_DIS لجهاز الإرسال لوحدة الشبكة البصرية



T1 - الوقت من بداية التصريح إلى الحافة الصاعدة RX_RESET

T2 - عرض النبضة RX_RESET

الشكل 6-8 - توقيت RX_RESET IS لجهاز الاستقبال بأسلوب الرشقة في انتهاء الخط البصري



G Supp.48(10)_f8.7

- T1 - عرض نبضة ومضة RSSI
- T2 - الوقت اللازم حتى تكون بيانات RSSI صالحة في السجل
- T3 - وقت تأخير الومضة لمراقبة مستمرة. يشير إلى بداية النافذة ولكن يبدأ فعلياً بعد وقت التزامن.

الشكل 7-8 - توقيت RSSI strobe الرقمي في انتهائية الخط البصري

3.3.8 قناع مخطط جهاز الإرسال على شكل عين

يحدد قناع مخطط جهاز الإرسال على شكل عين في مواصفات PMD، مثل [SFP+] و[XFP].

4.3.8 التفاوت المسموح به في الارتعاش

يرد تعريف التفاوت المسموح به للارتعاش للسطح البيني الكهربائي في التذييل IV للتوصية [ITU-T G.987.2]، مع قيم إعلامية.

5.3.8 توليد الارتعاش

يرد تعريف توليد الارتعاش للسطح البيني الكهربائي في التذييل IV للتوصية [ITU-T G.987.2]، مع قيم إعلامية.

4.8 السطح البيني الكهربائي MAC/SERDES إلى PMD ومواصفات التيار المتردد

يرد تعريف السطح البيني الكهربائي MAC/SERDES إلى PMD ومواصفات التيار المتردد في مواصفات PMD مثل [SFP+] و[XFP].

مواصفات إضافية إلى إشارة مقترنة بالتيار المستمر:

المعلمة	الحد الأدنى	الحد الأقصى	الوحدة	الظروف
جهد بأسلوب عادي	خاص بالتنفيذ	خاص بالتنفيذ	V	مطلوب للسطح البيني المقترن بالتيار المستمر

سلاسل التوصيات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

السلسلة A	تنظيم العمل في قطاع تقييس الاتصالات
السلسلة D	مبادئ التعريف والمحاسبة والقضايا الاقتصادية والسياساتية المتصلة بالاتصالات/تكنولوجيا المعلومات والاتصالات على الصعيد الدولي
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 والأنظمة متعددة الوسائط
السلسلة I	الشبكة الرقمية متكاملة الخدمات
السلسلة J	الشبكات الكبلية وإرسال إشارات تلفزيونية وبرامج صوتية وإشارات أخرى متعددة الوسائط
السلسلة K	الحماية من التداخلات
السلسلة L	البيئة وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، وتغير المناخ، والمخلفات الإلكترونية، وكفاءة استخدام الطاقة، وإنشاء الكبلات وغيرها من عناصر المنشآت الخارجية وتركيبها وحمايتها
السلسلة M	إدارة الاتصالات بما في ذلك شبكة إدارة الاتصالات 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، والقياسات والاختبارات المرتبطة بهما
السلسلة R	الإرسال البرقي
السلسلة S	التجهيزات المطرافية للخدمات البرقية
السلسلة T	المطاريق الخاصة بالخدمات التليماتية
السلسلة U	التبديل البرقي
السلسلة V	اتصالات البيانات على الشبكة الهاتفية
السلسلة X	شبكات البيانات والاتصالات بين الأنظمة المفتوحة ومسائل الأمن
السلسلة Y	البنية التحتية العالمية للمعلومات، والجوانب الخاصة بروتوكول الإنترنت وشبكات الجيل التالي وإنترنت الأشياء والمدن الذكية
السلسلة Z	اللغات والجوانب العامة للبرمجيات في أنظمة الاتصالات