جامعة الفرات الأوسط التقنية
المعهد التقني/ النجف
قسم الالكترونيك والاتصالات

تقنية الليزر والاتصالات البصرية

Laser Technology & Optical Communications

أ.م.د. انور صباح أحمد

فهرس المحاضرات

#	عنوان المحاضرة	#	عنوان المحاضرة
1	مقدمة عن الضوء والتماسك	16	المستقبلات الضوئية والضوضاء
2	الانبعاث المحفز ومعاملات أينشتاين	17	الحساسية ونسبة الإشارة للضوضاء
3	آلية الانعكاس السكاني	18	تقنيات التضمين التناظري والرقمي
4	طرق الضخ وشروط العتبة	19	EDFAمكبرات الصوت الضوئية
5	المرنانات الضوئية وأنواع المودات	20	ورامان SOAمكبرات
6	خصائص شعاع الليزر	21	WDMإرسال متعدد
7	الغازي والصلب -أنواع الليزر	22	المتقدمة DWDMأنظمة
8	ليزر أشباه الموصلات والألياف	23	مكبرات الشبكة وإدارتها
9	نظرة عامة على الاتصالات البصرية	24	SONET/SDHالشبكات الضوئية
10	بنية الألياف البصرية وأنواعها	25	والوصول الضوئي FTTxشبكات
11	الفتحة العددية وزاوية القبول	26	ROADMsشبكات الضوء التلقائية
12	خسائر الألياف البصرية	27	FSOالاتصالات الضوئية في الفضاء الحر
13	التشتت في الألياف وتعويضه	28	قياس المسافات بالليزر واللايدار
14	الكواشف الضوئية	29	الاتصالات الليزرية عبر الأقمار الصناعية
15	المرسلات والمضمنات الضوئية	30	ميزانية الرابط -تصميم نظام الاتصالات البصرية

المحاضرة 1

مقدمة عن الضوء والتماسك

تقنية الليزر والاتصالات البصرية

الأهداف التعليمية | المحاضرة 1: مقدمة عن الضوء والتماسك

1. فهم المفاهيم الأساسية لـ :طبيعة الضوء وخصائصه
2. تحليل وشرح :التماسك الزمني والمكاني
3. التمييز بين مفاهيم :أحادية اللون Monochromaticity
4. تطبيق المعادلات المتعلقة بـ :طيف الضوء المرئي وغير المرئي
5. ربط المحتوى بالتطبيقات العملية في الاتصالات البصرية

الاختبار القبلي | المحاضرة 1

— Pre-Testأجب عن الأسئلة التالية قبل بدء المحاضرة

س1

ما هي خاصية التماسك في الضوء؟

الإجابة: .....

س2

ما الفرق بين الضوء الأبيض والليزر؟

الإجابة: .....

س3

ما هي وحدة قياس الطاقة الضوئية؟

الإجابة: .....

طبيعة الضوء وخصائصه

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة طبيعة الضوء وخصائصه بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ طبيعة الضوء وخصائصه من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات طبيعة الضوء وخصائصه مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

التماسك الزمني والمكاني

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة التماسك الزمني والمكاني بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ التماسك الزمني والمكاني من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات التماسك الزمني والمكاني مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

أحادية اللون Monochromaticity

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة أحادية اللون Monochromaticityبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ أحادية اللون Monochromaticityمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات أحادية اللون Monochromaticityمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

طيف الضوء المرئي وغير المرئي

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة طيف الضوء المرئي وغير المرئي بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ طيف الضوء المرئي وغير المرئي من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات طيف الضوء المرئي وغير المرئي مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الانبعاث التلقائي Spontaneous Emission

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة الانبعاث التلقائي Spontaneous Emissionبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ الانبعاث التلقائي Spontaneous Emissionمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات الانبعاث التلقائي Spontaneous Emissionمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الاختبار الذاتي | المحاضرة 1

— Self-Testأجب عن الأسئلة التالية أثناء المحاضرة

س1

ما المقصود بالتماسك الزمني؟

تأملي..... :

س2

كيف يختلف الليزر عن مصادر الضوء العادية؟

تأملي..... :

س3

ما دور أحادية اللون في تطبيقات الليزر؟

تأملي..... :

المعادلات والمصطلحات الأساسية | المحاضرة 1

المعادلة/الرمز	التعريف	الوحدة
$E = hf$	طاقة الفوتون	جول (J)
$NA = \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)}$	الفتحة العددية	بلا أبعاد
α [dB/km]	معامل الخسارة	دب/كم
$BER = 0.5 \cdot \text{erfc}(Q/\sqrt{2})$	معدل خطأ البت	بلا أبعاد
$OSNR = P_s/P_n$	نسبة الإشارة للضوضاء	دب
$d = c \cdot t/2$	مسافة LiDAR/ToF	متر

★احفظ هذه المعادلات | راجع وحداتها

التطبيقات العملية | المحاضرة 1: مقدمة عن الضوء والتماسك

الطب والجراحة

يُطبَّق التماسك الزمني والمكاني في الجراحة الليزرية بدقة عالية وقطع الأنسجة دون أضرار جانبية.

الاتصالات البصرية

تُستخدم مفاهيم طبيعة الضوء وخصائصه في شبكات الاتصالات عبر الألياف البصرية وتحقيق معدلات نقل عالية.

الاستشعار والقياس

تقنية LiDAR وأنظمة القياس الدقيق تعتمد على طبيعة الضوء وخصائصه لتحقيق دقة ميكرومترية.

الصناعة والتصنيع

يُستخدم في القطع والحفر الدقيق والمعالجة الصناعية للمواد بكفاءة عالية وتدمير أقل.

الاختبار البعدي | المحاضرة 1

أجب عن الأسئلة التالية بعد انتهاء المحاضرة — Post-Test

س1

اشرح مفهوم أحادية اللون مع مثال عملي.

الإجابة: .....

س2

ما الفرق بين الانبعاث التلقائي والمحفز؟

الإجابة: .....

س3

حدد خصائص الضوء المتماسك.

الإجابة: .....

ملخص المحاضرة | 1مقدمة عن الضوء والتماسك

النقاط الرئيسية المُغطّاة في هذه المحاضرة:

- ✓ طبيعة الضوء وخصائصه
- ✓ التماسك الزمني والمكاني
- ✓ أحادية اللون Monochromaticity
- ✓ طيف الضوء المرئي وغير المرئي
- ✓ الانبعاث التلقائي Spontaneous Emission

المحاضرة القادمة :الانبعاث المحفز ومعاملات أينشتاين

🔑 مفتاح الحلول -القبلي والذاتي |المحاضرة 1

إجابات الاختبار الذاتي:

1. التماسك الزمني هو ثبات الطور على مدى زمني معين

2. الليزر متماسك وأحادي اللون ومتوجه بينما الضوء العادي غير ذلك

3. يتيح دقة عالية في القياس والتوجيه

إجابات الاختبار القبلي:

1. التماسك هو ثبات العلاقة الطورية بين موجتين ضوئيتين

2. الليزر أحادي اللون ومتماسك بينما الضوء الأبيض متعدد الأطوال الموجية

3. الوات (W) أو الجول (J)

⚠️ راجع إجاباتك مع الأستاذ |للحلول التفصيلية انظر الشريحة التالية

مفتاح الحلول -الاختبار البعدي |المحاضرة 1

1

س :اشرح مفهوم أحادية اللون مع مثال عملي.

✓

أحادية اللون تعني انبعاث طول موجي واحد مثل ليزر He-Neعند 632.8نانومتر

2

س :ما الفرق بين الانبعاث التلقائي والمحفز؟

✓

التلقائي عشوائي بينما المحفز ينتج فوتوناً مطابقاً للفوتون المحفِّز

3

س :حدد خصائص الضوء المتماسك.

✓

التماسك الزمني، المكاني، أحادية اللون، الانتشار في اتجاه واحد

المحاضرة 2

الانبعاث المحفز ومعاملات أينشتاين

تقنية الليزر والاتصالات البصرية

الأهداف التعليمية | المحاضرة 2: الانبعاث المحفز ومعاملات أينشتاين

1. فهم المفاهيم الأساسية لـ :الانبعاث المحفز Stimulated Emission
2. تحليل وشرح :معاملات أينشتاين A و B
3. التمييز بين مفاهيم :العلاقة بين الانبعاث والامتصاص
4. تطبيق المعادلات المتعلقة بـ :كثافة طاقة الإشعاع
5. ربط المحتوى بالتطبيقات العملية في الاتصالات البصرية

الاختبار القبلي | المحاضرة 2

— Pre-Testأجب عن الأسئلة التالية قبل بدء المحاضرة

س1

من صاغ نظرية الانبعاث المحفز؟

الإجابة: .....

س2

ما هي معاملات أينشتاين؟

الإجابة: .....

س3

ما العلاقة بين الطاقة والتردد للفوتون؟

الإجابة: .....

الانبعاث المحفز Stimulated Emission

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة الانبعاث المحفز Stimulated Emissionبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ الانبعاث المحفز Stimulated Emissionمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات الانبعاث المحفز Stimulated Emissionمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

معاملات أينشتاين Aو B

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة معاملات أينشتاين Aو Bبشكل مفصل، حيث تتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ معاملات أينشتاين Aو Bمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات معاملات أينشتاين Aو Bمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

العلاقة بين الانبعاث والامتصاص

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة العلاقة بين الانبعاث والامتصاص بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ العلاقة بين الانبعاث والامتصاص من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات العلاقة بين الانبعاث والامتصاص مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

كثافة طاقة الإشعاع

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة كثافة طاقة الإشعاع بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ كثافة طاقة الإشعاع من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات كثافة طاقة الإشعاع مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

التوزيع الإحصائي لبولتزمان

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة التوزيع الإحصائي لبولتزمان بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ التوزيع الإحصائي لبولتزمان من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات التوزيع الإحصائي لبولتزمان مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الاختبار الذاتي | المحاضرة 2

Self-Test — أجب عن الأسئلة التالية أثناء المحاضرة

س1

ما الفرق بين معامل A ومعامل B؟

تأملي: .....

س2

كيف يرتبط الانبعاث التلقائي بعمر المستوى المثار؟

تأملي: .....

س3

ما شرط تحقيق الانبعاث المحفز؟

تأملي: .....

المعادلات والمصطلحات الأساسية | المحاضرة 2

المعادلة/الرمز	التعريف	الوحدة
$E = hf$	طاقة الفوتون	جول (J)
$NA = \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)}$	الفتحة العددية	بلا أبعاد
α [dB/km]	معامل الخسارة	دب/كم
$BER = 0.5 \cdot \text{erfc}(Q/\sqrt{2})$	معدل خطأ البت	بلا أبعاد
OSNR = P_s/P_n	نسبة الإشارة للضوضاء	دب
$d = c \cdot t/2$	مسافة LiDAR/ToF	متر

★احفظ هذه المعادلات | راجع وحداتها

التطبيقات العملية | المحاضرة 2: الانبعاث المحفز ومعاملات أينشتاين

الطب والجراحة

يُطبَّق معاملات أينشتاين A وB في الجراحة الليزرية بدقة عالية وقطع الأنسجة دون أضرار جانبية.

الاتصالات البصرية

تُستخدم مفاهيم الانبعاث المحفز Stimulated Emission في شبكات الاتصالات عبر الألياف البصرية وتحقيق معدلات نقل عالية.

الاستشعار والقياس

تقنية LiDAR وأنظمة القياس الدقيق تعتمد على الانبعاث المحفز Stimulated Emission لتحقيق دقة ميكرومترية.

الصناعة والتصنيع

يُستخدم في القطع والحفر الدقيق والمعالجة الصناعية للمواد بكفاءة عالية وتدمير أقل.

الاختبار البعدي | المحاضرة 2

أجب عن الأسئلة التالية بعد انتهاء المحاضرة — Post-Test

س1

اشتق العلاقة بين معاملات أينشتاين A وB.

الإجابة: .....

س2

ما دور الانبعاث المحفز في عمل الليزر؟

الإجابة: .....

س3

احسب نسبة الانبعاث المحفز إلى التلقائي.

الإجابة: .....

ملخص المحاضرة | 2الانبعاث المحفز ومعاملات أينشتاين

النقاط الرئيسية المُغطّاة في هذه المحاضرة:

- ✓ الانبعاث المحفز Stimulated Emission
- ✓ معاملات أينشتاين A و B
- ✓ العلاقة بين الانبعاث والامتصاص
- ✓ كثافة طاقة الإشعاع
- ✓ التوزيع الإحصائي لبولتزمان

المحاضرة القادمة :آلية الانعكاس السكاني

🔑 مفتاح الحلول -القبلي والذاتي |المحاضرة 2

إجابات الاختبار الذاتي:

1. A معامل الانبعاث التلقائي، B معامل الانبعاث المحفز والامتصاص

2. عمر المستوى 1/A =

3. وجود فوتون محفِّز بطاقة مساوية لفجوة الطاقة

إجابات الاختبار القبلي:

1. ألبرت أينشتاين عام 1917

2. معاملات تصف احتماليات الانتقال بين المستويات الطاقية

3. E = hf حيث h ثابت بلانك

⚠️ راجع إجاباتك مع الأستاذ |للحلول التفصيلية انظر الشريحة التالية

مفتاح الحلول -الاختبار البعدي |المحاضرة 2

1

س :اشتق العلاقة بين معاملات أينشتاين Aو B.

✓

$A/B = 8\pi hf^3/c^3$

2

س :ما دور الانبعاث المحفز في عمل الليزر؟

✓

الانبعاث المحفز ينتج الضوء المتماسك الضروري لعمل الليزر

3

س :احسب نسبة الانبعاث المحفز إلى التلقائي.

✓

النسبة $= \exp(hf/kT) - 1$ تقريباً

✅انتهت المحاضرة | 2المحاضرة القادمة :آلية الانعكاس السكاني

المحاضرة 3

آلية الانعكاس السكاني

تقنية الليزر والاتصالات البصرية

الأهداف التعليمية | المحاضرة 3: آلية الانعكاس السكاني

1. فهم المفاهيم الأساسية لـ :مفهوم الانعكاس السكاني Population Inversion
2. تحليل وشرح :المستويات الطاقية :ثنائي، ثلاثي، رباعي
3. التمييز بين مفاهيم :شرط عتبة الانعكاس السكاني
4. تطبيق المعادلات المتعلقة بـ :دور التصادمات في التأثير
5. ربط المحتوى بالتطبيقات العملية في الاتصالات البصرية

الاختبار القبلي | المحاضرة 3

— Pre-Testأجب عن الأسئلة التالية قبل بدء المحاضرة

س1

ما المقصود بالانعكاس السكاني؟

الإجابة: .....

س2

ما عدد المستويات اللازمة لتشغيل الليزر؟

الإجابة: .....

س3

ما هي الحالة شبه المستقرة؟

الإجابة: .....

مفهوم الانعكاس السكاني Population Inversion

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة مفهوم الانعكاس السكاني Population Inversionبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ مفهوم الانعكاس السكاني Population Inversionمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات مفهوم الانعكاس السكاني Population Inversionمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

المستويات الطاقية :ثنائي، ثلاثي، رباعي

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة المستويات الطاقية :ثنائي، ثلاثي، رباعي بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ المستويات الطاقية :ثنائي، ثلاثي، رباعي من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات المستويات الطاقية :ثنائي، ثلاثي، رباعي مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

شرط عتبة الانعكاس السكاني

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة شرط عتبة الانعكاس السكاني بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ شرط عتبة الانعكاس السكاني من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات شرط عتبة الانعكاس السكاني مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

دور التصادمات في التأثير

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة دور التصادمات في التأثير بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ دور التصادمات في التأثير من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات دور التصادمات في التأثير مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الحالات شبه المستقرة Metastable States

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة الحالات شبه المستقرة Metastable Statesبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ الحالات شبه المستقرة Metastable Statesمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات الحالات شبه المستقرة Metastable Statesمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الاختبار الذاتي | المحاضرة 3

— Self-Testأجب عن الأسئلة التالية أثناء المحاضرة

س1

لماذا لا يمكن تحقيق الليزر بنظام ثنائي المستوى؟

تأملي..... :

س2

ما مزايا نظام رباعي المستوى؟

تأملي..... :

س3

كيف يؤثر عمر الحالة المثارة على كفاءة الليزر؟

تأملي..... :

المعادلات والمصطلحات الأساسية | المحاضرة 3

المعادلة/الرمز	التعريف	الوحدة
$E = hf$	طاقة الفوتون	جول (J)
$NA = \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)}$	الفتحة العددية	بلا أبعاد
α [dB/km]	معامل الخسارة	دب/كم
$BER = 0.5 \cdot \text{erfc}(Q/\sqrt{2})$	معدل خطأ البت	بلا أبعاد
OSNR = P_s/P_n	نسبة الإشارة للضوضاء	دب
$d = c \cdot t/2$	مسافة LiDAR/ToF	متر

★احفظ هذه المعادلات | راجع وحداتها

التطبيقات العملية | المحاضرة 3: آلية الانعكاس السكاني

الطب والجراحة

يُطبَّق المستويات الطاقية :ثنائي، ثلاثي، رباعي في الجراحة الليزرية بدقة عالية وقطع الأنسجة دون أضرار جانبية.

الاتصالات البصرية

تُستخدم مفاهيم مفهوم الانعكاس السكاني Population Inversionفي شبكات الاتصالات عبر الألياف البصرية وتحقيق معدلات نقل عالية.

الاستشعار والقياس

تقنية LiDARوأنظمة القياس الدقيق تعتمد على مفهوم الانعكاس السكاني Population Inversionلتحقيق دقة ميكرومترية.

الصناعة والتصنيع

يُستخدم في القطع والحفر الدقيق والمعالجة الصناعية للمواد بكفاءة عالية وتدمير أقل.

الاختبار البعدي | المحاضرة 3

أجب عن الأسئلة التالية بعد انتهاء المحاضرة — Post-Test

س1

اشرح لماذا يحتاج الليزر إلى ثلاثة مستويات طاقية على الأقل.

الإجابة: .....

س2

قارن بين أنظمة الثلاثة والأربعة مستويات.

الإجابة: .....

س3

ما الشروط اللازمة لتحقيق الانعكاس السكاني؟

الإجابة: .....

ملخص المحاضرة | 3آلية الانعكاس السكاني

النقاط الرئيسية المُغطّاة في هذه المحاضرة:

- ✓ مفهوم الانعكاس السكاني Population Inversion
- ✓ المستويات الطاقية :ثنائي، ثلاثي، رباعي
- ✓ شرط عتبة الانعكاس السكاني
- ✓ دور التصادمات في التأثير
- ✓ الحالات شبه المستقرة Metastable States

المحاضرة القادمة :طرق الضخ وشروط العتبة

🔑 مفتاح الحلول -القبلي والذاتي |المحاضرة 3

إجابات الاختبار الذاتي:

1. لأن معدل الامتصاص يساوي معدل الانبعاث عند التشبع.
2. أقل عتبة ضخ وكفاءة أعلى.
3. عمر أطول يسمح بتراكم أكبر للجسيمات المثارة.

إجابات الاختبار القبلي:

1. حالة يكون فيها عدد الجسيمات في المستوى الأعلى أكثر من الأدنى.
2. ثلاثة مستويات على الأقل.
3. حالة مثارة ذات عمر طويل نسبياً.

⚠️ راجع إجاباتك مع الأستاذ |للحلول التفصيلية انظر الشريحة التالية

مفتاح الحلول -الاختبار البعدي |المحاضرة 3

1

س :اشرح لماذا يحتاج الليزر إلى ثلاثة مستويات طاقية على الأقل.

✓

النظام الثنائي لا يحقق انعكاساً سكانياً لأن الامتصاص والانبعاث يتوازنان

2

س :قارن بين أنظمة الثلاثة والأربعة مستويات.

✓

الرباعي أكفأ لأن مستوى الانتقال ليس هو المستوى الأرضي

3

س :ما الشروط اللازمة لتحقيق الانعكاس السكاني؟

✓

معدل ضخ يتجاوز معدل التحلل التلقائي

✓انتهت المحاضرة | 3المحاضرة القادمة :طرق الضخ وشروط العتبة

المحاضرة 4

طرق الضخ وشروط العتبة

تقنية الليزر والاتصالات البصرية

الأهداف التعليمية | المحاضرة 4: طرق الضخ وشروط العتبة

1. فهم المفاهيم الأساسية لـ :الضخ الضوئي Optical Pumping
2. تحليل وشرح :الضخ الكهربائي Electrical Pumping
3. التمييز بين مفاهيم :ضخ التصادم Chemical Pumping
4. تطبيق المعادلات المتعلقة بـ :شرط العتبة Threshold Condition
5. ربط المحتوى بالتطبيقات العملية في الاتصالات البصرية

الاختبار القبلي | المحاضرة 4

— Pre-Testأجب عن الأسئلة التالية قبل بدء المحاضرة

س1

ما هي طرق الضخ الرئيسية؟

الإجابة: .....

س2

ما معنى شرط العتبة في الليزر؟

الإجابة: .....

س3

ما هو الليزر الكيميائي؟

الإجابة: .....

الضخ الضوئي Optical Pumping

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة الضخ الضوئي Optical Pumpingبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ الضخ الضوئي Optical Pumpingمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات الضخ الضوئي Optical Pumpingمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الضخ الكهربائي Electrical Pumping

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة الضخ الكهربائي Electrical Pumpingبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ الضخ الكهربائي Electrical Pumpingمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات الضخ الكهربائي Electrical Pumpingمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

ضخ التصادم Chemical Pumping

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة ضخ التصادم Chemical Pumpingبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ ضخ التصادم Chemical Pumpingمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات ضخ التصادم Chemical Pumpingمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

شرط العتبة Threshold Condition

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة شرط العتبة Threshold Conditionبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ شرط العتبة Threshold Conditionمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات شرط العتبة Threshold Conditionمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

معادلة معدل الليزر Rate Equations

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة معادلة معدل الليزر Rate Equationsبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ معادلة معدل الليزر Rate Equationsمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات معادلة معدل الليزر Rate Equationsمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الاختبار الذاتي | المحاضرة 4

Self-Test — أجب عن الأسئلة التالية أثناء المحاضرة

س1 ما مزايا الضخ الكهربائي مقارنة بالضوئي؟

تأملي: .....

س2 كيف يُحسب تيار العتبة لليزر أشباه الموصلات؟

تأملي: .....

س3 ما العوامل التي تحدد شرط العتبة؟

تأملي: .....

المعادلات والمصطلحات الأساسية | المحاضرة 4

المعادلة/الرمز	التعريف	الوحدة
$E = hf$	طاقة الفوتون	جول (J)
$NA = \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)}$	الفتحة العددية	بلا أبعاد
α [dB/km]	معامل الخسارة	دب/كم
$BER = 0.5 \cdot \text{erfc}(Q/\sqrt{2})$	معدل خطأ البت	بلا أبعاد
OSNR = P_s/P_n	نسبة الإشارة للضوضاء	دب
$d = c \cdot t/2$	مسافة LiDAR/ToF	متر

★احفظ هذه المعادلات | راجع وحداتها

التطبيقات العملية |المحاضرة 4: طرق الضخ وشروط العتبة

الطب والجراحة

يُطبَّق الضخ الكهربائي Electrical Pumpingفي الجراحة الليزرية بدقة عالية وقطع الأنسجة دون أضرار جانبية.

الاتصالات البصرية

تُستخدم مفاهيم الضخ الضوئي Optical Pumpingفي شبكات الاتصالات عبر الألياف البصرية وتحقيق معدلات نقل عالية.

الاستشعار والقياس

تقنية LiDARوأنظمة القياس الدقيق تعتمد على الضخ الضوئي Optical Pumping لتحقيق دقة ميكرومترية.

الصناعة والتصنيع

يُستخدم في القطع والحفر الدقيق والمعالجة الصناعية للمواد بكفاءة عالية وتدمير أقل.

الاختبار البعدي | المحاضرة 4

أجب عن الأسئلة التالية بعد انتهاء المحاضرة — Post-Test

س1

اشتق شرط العتبة لليزر من معادلات المعدل.

الإجابة: .....

س2

قارن بين أنواع الضخ المختلفة من حيث الكفاءة.

الإجابة: .....

س3

ما هو تيار العتبة وكيف يؤثر في أداء الليزر؟

الإجابة: .....

ملخص المحاضرة | 4طرق الضخ وشروط العتبة

النقاط الرئيسية المُغطّاة في هذه المحاضرة:

- ✓ الضخ الضوئي Optical Pumping
- ✓ الضخ الكهربائي Electrical Pumping
- ✓ ضخ التصادم Chemical Pumping
- ✓ شرط العتبة Threshold Condition
- ✓ معادلة معدل الليزر Rate Equations

المحاضرة القادمة :المرنانات الضوئية وأنواع المودات

🔑 مفتاح الحلول -القبلي والذاتي |المحاضرة 4

إجابات الاختبار الذاتي:

1. الكهربائي أكثر كفاءة وسهولة في التحكم

2. $I_{th} = eV \cdot n_{th} / \eta_i \cdot \tau$

3. الخسائر في التجويف وربح الوسط الناشط

إجابات الاختبار القبلي:

1. الضوئي، الكهربائي، الكيميائي، والنووي

2. الشرط الذي عنده يبدأ الليزر بالتذبذب

3. ليزر يعتمد على التفاعل الكيميائي لتحقيق الانعكاس السكاني

⚠️ راجع إجاباتك مع الأستاذ |للحلول التفصيلية انظر الشريحة التالية

مفتاح الحلول -الاختبار البعدي |المحاضرة 4

1

س :اشتق شرط العتبة لليزر من معادلات المعدل.

✓

$$g(v)\cdot L \geq \alpha\cdot L + \ln(1/R)$$

2

س :قارن بين أنواع الضخ المختلفة من حيث الكفاءة.

✓

الكهربائي أفضل للتطبيقات الصناعية، الضوئي لليزر الصلب

3

س :ما هو تيار العتبة وكيف يؤثر في أداء الليزر؟

✓

عنده يكون الربح مساوياً للخسائر

✓انتهت المحاضرة | 4المحاضرة القادمة :المرنانات الضوئية وأنواع المودات

المحاضرة 5

المرنانات الضوئية وأنواع المودات

تقنية الليزر والاتصالات البصرية

الأهداف التعليمية | المحاضرة 5: المرنانات الضوئية وأنواع المودات

1. فهم المفاهيم الأساسية لـ :مبدأ عمل المرنان الضوئي Optical Resonator
2. تحليل وشرح :المرنان فابري-بيرو Fabry-Perot
3. التمييز بين مفاهيم :أنواع المرنانات :مستوية، كروية، نصف كروية
4. تطبيق المعادلات المتعلقة بـ :المودات الطولانية Longitudinal Modes
5. ربط المحتوى بالتطبيقات العملية في الاتصالات البصرية

الاختبار القبلي | المحاضرة 5

— Pre-Testأجب عن الأسئلة التالية قبل بدء المحاضرة

س1

ما وظيفة المرنان الضوئي في الليزر؟

الإجابة: .....

س2

ما هي أنواع المرنانات الشائعة؟

الإجابة: .....

س3

ما معنى TEM00؟

الإجابة: .....

مبدأ عمل المرنان الضوئي Optical Resonator

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة مبدأ عمل المرنان الضوئي Optical Resonatorبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ مبدأ عمل المرنان الضوئي Optical Resonatorمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات مبدأ عمل المرنان الضوئي Optical Resonatorمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

المرنان فابري-بيرو Fabry-Perot

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة المرنان فابري-بيرو Fabry-Perotبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ المرنان فابري-بيرو Fabry-Perotمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات المرنان فابري-بيرو Fabry-Perotمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

أنواع المرنانات :مستوية، كروية، نصف كروية

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة أنواع المرنانات :مستوية، كروية، نصف كروية بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ أنواع المرنانات :مستوية، كروية، نصف كروية من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات أنواع المرنانات :مستوية، كروية، نصف كروية مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

المودات الطولانية Longitudinal Modes

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة المودات الطولانية Longitudinal Modesبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ المودات الطولانية Longitudinal Modesمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات المودات الطولانية Longitudinal Modesمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

المودات العرضية Transverse Modes TEM

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة المودات العرضية Transverse Modes TEMبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ المودات العرضية Transverse Modes TEMمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات المودات العرضية Transverse Modes TEMمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الاختبار الذاتي | المحاضرة 5

— Self-Testأجب عن الأسئلة التالية أثناء المحاضرة

س1

كيف يؤثر طول المرنان على عدد المودات؟

تأملي..... :

س2

ما الفرق بين مودة TEM00 وTEM01؟

تأملي..... :

س3

متى نستخدم المرنان الكروي بدلاً من المستوي؟

تأملي..... :

المعادلات والمصطلحات الأساسية | المحاضرة 5

المعادلة/الرمز	التعريف	الوحدة
$E = hf$	طاقة الفوتون	جول (J)
$NA = \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)}$	الفتحة العددية	بلا أبعاد
α [dB/km]	معامل الخسارة	دب/كم
$BER = 0.5 \cdot erfc(Q/\sqrt{2})$	معدل خطأ البت	بلا أبعاد
$OSNR = P_s/P_n$	نسبة الإشارة للضوضاء	دب
$d = c \cdot t/2$	مسافة LiDAR/ToF	متر

★احفظ هذه المعادلات | راجع وحداتها

التطبيقات العملية | المحاضرة 5: المرنانات الضوئية وأنواع المودات

الطب والجراحة

يُطبَّق المرنان فابري-بيرو Fabry-Perot في الجراحة الليزرية بدقة عالية وقطع الأنسجة دون أضرار جانبية.

الاتصالات البصرية

تُستخدم مفاهيم مبدأ عمل المرنان الضوئي Optical Resonator في شبكات الاتصالات عبر الألياف البصرية وتحقيق معدلات نقل عالية.

الاستشعار والقياس

تقنية LiDAR وأنظمة القياس الدقيق تعتمد على مبدأ عمل المرنان الضوئي Optical Resonator لتحقيق دقة ميكرومترية.

الصناعة والتصنيع

يُستخدم في القطع والحفر الدقيق والمعالجة الصناعية للمواد بكفاءة عالية وتدمير أقل.

الاختبار البعدي | المحاضرة 5

أجب عن الأسئلة التالية بعد انتهاء المحاضرة — Post-Test

س1

احسب عدد المودات الطولانية في مرنان طوله 30سم وعرض نطاق الكسب .1 GHz

الإجابة: .....

س2

قارن بين المرنانات المختلفة من حيث الاستقرار.

الإجابة: .....

س3

ما خصائص مودة TEM00 وأهميتها؟

الإجابة: .....

ملخص المحاضرة | 5المرنانات الضوئية وأنواع المودات

النقاط الرئيسية المُغطّاة في هذه المحاضرة:

- ✓ مبدأ عمل المرنان الضوئي Optical Resonator
- ✓ المرنان فابري-بيرو Fabry-Perot
- ✓ أنواع المرنانات :مستوية، كروية، نصف كروية
- ✓ المودات الطولانية Longitudinal Modes
- ✓ المودات العرضية Transverse Modes TEM

المحاضرة القادمة :خصائص شعاع الليزر

🔑 مفتاح الحلول -القبلي والذاتي |المحاضرة 5

إجابات الاختبار الذاتي:

1. عدد المودات $= 2L \cdot \Delta v/c$

2. TEM00 نقطة واحدة مركزية، TEM01 نقطتان متماثلتان

3. الكروي أكثر استقراراً وأقل حساسية للانحراف

إجابات الاختبار القبلي:

1. تغذية الضوء وتقوية التذبذب وإنتاج شعاع متماسك

2. المستوي، الكروي، نصف الكروي، المركزي

3. المودة الأساسية ذات التوزيع الغاوسي

⚠️ راجع إجاباتك مع الأستاذ |للحلول التفصيلية انظر الشريحة التالية

مفتاح الحلول -الاختبار البعدي |المحاضرة 5

1

س :احسب عدد المودات الطولانية في مرنان طوله 30سم وعرض نطاق الكسب .1 GHz

✓

N = 2×0.3×10⁹/3×10⁸ = 2مودة

2

س :قارن بين المرنانات المختلفة من حيث الاستقرار.

✓

الكروي أكثر استقراراً، المستوي أصعب تركيباً

3

س :ما خصائص مودة TEM00وأهميتها؟

✓

أصغر حجم بقعة، توزيع غاوسي، انتشار أقل

✓✓انتهت المحاضرة | 5المحاضرة القادمة :خصائص شعاع الليزر

المحاضرة 6

خصائص شعاع الليزر

تقنية الليزر والاتصالات البصرية

الأهداف التعليمية | المحاضرة 6: خصائص شعاع الليزر

1. فهم المفاهيم الأساسية لـ Beam Divergence: تباعد الشعاع
2. تحليل وشرح Coherence: التماسك التام
3. التمييز بين مفاهيم Polarization: الاستقطاب
4. تطبيق المعادلات المتعلقة بـ Brightness: السطوع والمضاء Radiance
5. ربط المحتوى بالتطبيقات العملية في الاتصالات البصرية

الاختبار القبلي | المحاضرة 6

— Pre-Testأجب عن الأسئلة التالية قبل بدء المحاضرة

س1

ما المقصود بتباعد الشعاع؟

الإجابة..... :

س2

ما أنواع الاستقطاب؟

الإجابة..... :

س3

كيف يُقاس تماسك الليزر؟

الإجابة..... :

تباعد الشعاع Beam Divergence

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة تباعد الشعاع Beam Divergenceبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ تباعد الشعاع Beam Divergenceمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات تباعد الشعاع Beam Divergenceمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

التماسك التام Coherence

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة التماسك التام Coherenceبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ التماسك التام Coherenceمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات التماسك التام Coherenceمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الاستقطاب Polarization

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة الاستقطاب Polarizationبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ الاستقطاب Polarizationمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات الاستقطاب Polarizationمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

السطوع Brightnessوالمضاء Radiance

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة السطوع Brightnessوالمضاء Radianceبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ السطوع Brightnessوالمضاء Radianceمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات السطوع Brightnessوالمضاء Radianceمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

جودة الشعاع M^2

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة جودة الشعاع M^2بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ جودة الشعاع M^2من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات جودة الشعاع M^2مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الاختبار الذاتي | المحاضرة 6

Self-Test — أجب عن الأسئلة التالية أثناء المحاضرة

س1

كيف يرتبط تباعد الشعاع بالطول الموجي؟

تأملي: .....

س2

ما معنى معامل M^2 وما قيمته المثالية؟

تأملي: .....

س3

كيف يؤثر الاستقطاب في تطبيقات الليزر؟

تأملي: .....

المعادلات والمصطلحات الأساسية | المحاضرة 6

المعادلة/الرمز	التعريف	الوحدة
$E = hf$	طاقة الفوتون	جول (J)
$NA = \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)}$	الفتحة العددية	بلا أبعاد
α [dB/km]	معامل الخسارة	دب/كم
$BER = 0.5 \cdot \text{erfc}(Q/\sqrt{2})$	معدل خطأ البت	بلا أبعاد
OSNR = P_s/P_n	نسبة الإشارة للضوضاء	دب
$d = c \cdot t/2$	مسافة LiDAR/ToF	متر

★احفظ هذه المعادلات | راجع وحداتها

التطبيقات العملية | المحاضرة 6: خصائص شعاع الليزر

الطب والجراحة

يُطبَّق التماسك التام Coherence في الجراحة الليزرية بدقة عالية وقطع الأنسجة دون أضرار جانبية.

الاتصالات البصرية

تُستخدم مفاهيم تباعد الشعاع Beam Divergence في شبكات الاتصالات عبر الألياف البصرية وتحقيق معدلات نقل عالية.

الاستشعار والقياس

تقنية LiDAR وأنظمة القياس الدقيق تعتمد على تباعد الشعاع Beam Divergence لتحقيق دقة ميكرومترية.

الصناعة والتصنيع

يُستخدم في القطع والحفر الدقيق والمعالجة الصناعية للمواد بكفاءة عالية وتدمير أقل.

الاختبار البعدي | المحاضرة 6

Post-Test — أجب عن الأسئلة التالية بعد انتهاء المحاضرة

س1

احسب تباعد الشعاع لليزر He-Ne (λ=633nm) بقطر فوهة 1mm.

الإجابة: .....

س2

ما الفرق بين التماسك الزمني والمكاني؟

الإجابة: .....

س3

اشرح مفهوم M^2 وكيفية قياسه.

الإجابة: .....

ملخص المحاضرة | 6خصائص شعاع الليزر

النقاط الرئيسية المُغطّاة في هذه المحاضرة:

- ✓ تباعد الشعاع Beam Divergence
- ✓ التماسك التام Coherence
- ✓ الاستقطاب Polarization
- ✓ السطوع Brightnessوالمضاء Radiance
- ✓ جودة الشعاع M^2

المحاضرة القادمة :أنواع الليزر -الغازي والصلب

🔑 مفتاح الحلول -القبلي والذاتي |المحاضرة 6

إجابات الاختبار الذاتي:

1. $\theta \approx \lambda/\pi w_0$

2. $M^2=1$ للشعاع المثالي الغاوسي

3. الاستقطاب يحدد كيفية تفاعل الليزر مع المادة.

إجابات الاختبار القبلي:

1. الزيادة في قطر الشعاع مع المسافة.

2. خطي، دائري، إهليلجي.

3. بقياس طول التماسك أو وقت التماسك.

⚠️ راجع إجاباتك مع الأستاذ |للحلول التفصيلية انظر الشريحة التالية

مفتاح الحلول -الاختبار البعدي |المحاضرة 6

1

س :احسب تباعد الشعاع لليزر He-Ne (λ=633nm) بقطر فوهة 1mm.

✓

θ = 633e-9/(π×0.5e-3) ≈ 0.4 mrad

2

س :ما الفرق بين التماسك الزمني والمكاني؟

✓

الزمني يتعلق بطول التماسك، المكاني بعرض الحزمة الزاوي

3

س :اشرح مفهوم M^2 وكيفية قياسه.

✓

$M^2=W(z)\cdot\theta/(\lambda/\pi)$، يُقاس بقياس الشعاع عند مواقع متعددة

✓انتهت المحاضرة | 6المحاضرة القادمة :أنواع الليزر -الغازي والصلب

المحاضرة 7

أنواع الليزر -الغازي والصلب

تقنية الليزر والاتصالات البصرية

الأهداف التعليمية | المحاضرة 7: أنواع الليزر - الغازي والصلب

1. فهم المفاهيم الأساسية لـ: ليزر الهيليوم-نيون He-Ne
2. تحليل وشرح: ليزر ثاني أكسيد الكربون CO_2
3. التمييز بين مفاهيم: ليزر الأرغون Ar^+
4. تطبيق المعادلات المتعلقة بـ: ليزر الياقوت Ruby Laser
5. ربط المحتوى بالتطبيقات العملية في الاتصالات البصرية

الاختبار القبلي | المحاضرة 7

— Pre-Testأجب عن الأسئلة التالية قبل بدء المحاضرة

س1

ما هو أكثر أنواع ليزر الغاز شيوعاً؟

الإجابة: .....

س2

ما الطول الموجي لليزر CO_2؟

الإجابة: .....

س3

ما مادة الليزر في ليزر الياقوت؟

الإجابة: .....

ليزر الهيليوم-نيون He-Ne

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة ليزر الهيليوم-نيون He-Neبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ ليزر الهيليوم-نيون He-Neمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات ليزر الهيليوم-نيون He-Neمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

ليزر ثاني أكسيد الكربون CO_2

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة ليزر ثاني أكسيد الكربون CO_2بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ ليزر ثاني أكسيد الكربون CO_2من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات ليزر ثاني أكسيد الكربون CO_2مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

ليزر الأرغون Ar^+

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة ليزر الأرغون Ar^+بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ ليزر الأرغون Ar^+من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات ليزر الأرغون Ar^+مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

ليزر الياقوت Ruby Laser

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة ليزر الياقوت Ruby Laserبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ ليزر الياقوت Ruby Laserمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات ليزر الياقوت Ruby Laserمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

ليزر Nd:YAG

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة ليزر Nd:YAGبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ ليزر Nd:YAGمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات ليزر Nd:YAGمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الاختبار الذاتي | المحاضرة 7

— Self-Testأجب عن الأسئلة التالية أثناء المحاضرة

س1

لماذا يُستخدم ليزر CO_2 في الجراحة والقطع؟

تأملي..... :

س2

ما مزايا ليزر Nd:YAG في التطبيقات الصناعية؟

تأملي..... :

س3

ما الفرق بين ليزر He-Ne وليزر CO_2 في الكفاءة؟

تأملي..... :

المعادلات والمصطلحات الأساسية | المحاضرة 7

المعادلة/الرمز	التعريف	الوحدة
$E = hf$	طاقة الفوتون	جول (J)
$NA = \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)}$	الفتحة العددية	بلا أبعاد
α [dB/km]	معامل الخسارة	دب/كم
$BER = 0.5 \cdot \text{erfc}(Q/\sqrt{2})$	معدل خطأ البت	بلا أبعاد
$OSNR = P_s/P_n$	نسبة الإشارة للضوضاء	دب
$d = c \cdot t/2$	مسافة LiDAR/ToF	متر

★احفظ هذه المعادلات | راجع وحداتها

التطبيقات العملية | المحاضرة 7: أنواع الليزر - الغازي والصلب

الطب والجراحة

يُطبَّق ليزر ثاني أكسيد الكربون CO_2 في الجراحة الليزرية بدقة عالية وقطع الأنسجة دون أضرار جانبية.

الاتصالات البصرية

تُستخدم مفاهيم ليزر الهيليوم-نيون He-Ne في شبكات الاتصالات عبر الألياف البصرية وتحقيق معدلات نقل عالية.

الاستشعار والقياس

تقنية LiDAR وأنظمة القياس الدقيق تعتمد على ليزر الهيليوم-نيون He-Ne لتحقيق دقة ميكرومترية.

الصناعة والتصنيع

يُستخدم في القطع والحفر الدقيق والمعالجة الصناعية للمواد بكفاءة عالية وتدمير أقل.

الاختبار البعدي | المحاضرة 7

أجب عن الأسئلة التالية بعد انتهاء المحاضرة — Post-Test

س1

قارن بين ليزر He-Ne وليزر CO_2 من حيث الكفاءة والتطبيقات.

الإجابة: .....

س2

اشرح مبدأ عمل ليزر Nd:YAG.

الإجابة: .....

س3

لماذا يعمل ليزر الياقوت بنبضات وليس باستمرار؟

الإجابة: .....

ملخص المحاضرة | 7أنواع الليزر -الغازي والصلب

النقاط الرئيسية المُغطّاة في هذه المحاضرة:

- ✓ ليزر الهيليوم-نيون He-Ne
- ✓ ليزر ثاني أكسيد الكربون CO_2
- ✓ ليزر الأرغون Ar^+
- ✓ ليزر الياقوت Ruby Laser
- ✓ ليزر Nd:YAG

المحاضرة القادمة :ليزر أشباه الموصلات والألياف

🔑 مفتاح الحلول -القبلي والذاتي |المحاضرة 7

إجابات الاختبار الذاتي:

1. لأن 10.6μm يُمتص بقوة في الأنسجة.

2. قدرة عالية وفاعلية في اللحام والقطع.

3. كفاءة CO_2 أعلى (10-20%) مقابل He-Ne (0.1%).

إجابات الاختبار القبلي:

1. He-Ne هو الأكثر شيوعاً.

2. 10.6 ميكرومتر.

3. أكسيد الألومنيوم المشوب بالكروم (Cr^{3+}).

⚠️ راجع إجاباتك مع الأستاذ |للحلول التفصيلية انظر الشريحة التالية

مفتاح الحلول -الاختبار البعدي |المحاضرة 7

1

س :قارن بين ليزر He-Neوليزر CO_2من حيث الكفاءة والتطبيقات.

✓

He-Ne: 0.1%كفاءة، تطبيقات القياس CO_2: 10-20% ،. قطع وجراحة

2

س :اشرح مبدأ عمل ليزر Nd:YAG.

✓

Nd:YAGليزر رباعي المستوى، ضخ بضوء فلاش أو ليزر ثنائي

3

س :لماذا يعمل ليزر الياقوت بنبضات وليس باستمرار؟

✓

لأنه ثلاثي المستوى، يصعب الحفاظ على الانعكاس السكاني باستمرار

✓انتهت المحاضرة | 7المحاضرة القادمة :ليزر أشباه الموصلات والألياف

المحاضرة 8

ليزر أشباه الموصلات والألياف

تقنية الليزر والاتصالات البصرية

الأهداف التعليمية | المحاضرة 8: ليزر أشباه الموصلات والألياف

1. فهم المفاهيم الأساسية لـ :مبدأ عمل ليزر الثنائي Laser Diode
2. تحليل وشرح :البنية المتراصة DH Laser
3. التمييز بين مفاهيم :ليزر الألياف البصرية Fiber Laser
4. تطبيق المعادلات المتعلقة بـ :ليزر VCSEL
5. ربط المحتوى بالتطبيقات العملية في الاتصالات البصرية

الاختبار القبلي | المحاضرة 8

أجب عن الأسئلة التالية قبل بدء المحاضرة — Pre-Test

س1

على ماذا يعتمد ليزر أشباه الموصلات؟

الإجابة: .....

س2

ما هو VCSEL؟

الإجابة: .....

س3

ما مادة الإطار الفاصل في ليزر DH؟

الإجابة: .....

مبدأ عمل ليزر الثنائي Laser Diode

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة مبدأ عمل ليزر الثنائي Laser Diodeبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ مبدأ عمل ليزر الثنائي Laser Diodeمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات مبدأ عمل ليزر الثنائي Laser Diodeمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

البنية المتراصة DH Laser

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة البنية المتراصة DH Laserبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ البنية المتراصة DH Laserمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات البنية المتراصة DH Laserمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

ليزر الألياف البصرية Fiber Laser

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة ليزر الألياف البصرية Fiber Laserبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ ليزر الألياف البصرية Fiber Laserمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات ليزر الألياف البصرية Fiber Laserمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

ليزر VCSEL

المفهوم الأساسي: يتناول هذا القسم دراسة ليزر VCSEL بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية: يُعدّ ليزر VCSEL من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية: تشمل تطبيقات ليزر VCSEL مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

مقارنة بين أنواع ليزر أشباه الموصلات

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة مقارنة بين أنواع ليزر أشباه الموصلات بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ مقارنة بين أنواع ليزر أشباه الموصلات من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات مقارنة بين أنواع ليزر أشباه الموصلات مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الاختبار الذاتي | المحاضرة 8

— Self-Testأجب عن الأسئلة التالية أثناء المحاضرة

س1

ما مزايا ليزر الثنائي على ليزر He-Ne؟

تأملي..... :

س2

ما دور البنية المتراصة في تحسين الكفاءة؟

تأملي..... :

س3

كيف يعمل ليزر الألياف البصرية؟

تأملي..... :

المعادلات والمصطلحات الأساسية | المحاضرة 8

المعادلة/الرمز	التعريف	الوحدة
$E = hf$	طاقة الفوتون	جول (J)
$NA = \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)}$	الفتحة العددية	بلا أبعاد
α [dB/km]	معامل الخسارة	دب/كم
$BER = 0.5 \cdot \text{erfc}(Q/\sqrt{2})$	معدل خطأ البت	بلا أبعاد
OSNR = P_s/P_n	نسبة الإشارة للضوضاء	دب
$d = c \cdot t/2$	مسافة LiDAR/ToF	متر

★احفظ هذه المعادلات | راجع وحداتها

المحاضرة 8: ليزر أشباه الموصلات والألياف | التطبيقات العملية

الطب والجراحة

يُطبَّق البنية المتراصة DH Laser في الجراحة الليزرية بدقة عالية وقطع الأنسجة دون أضرار جانبية.

الاتصالات البصرية

تُستخدم مفاهيم مبدأ عمل ليزر الثنائي Laser Diode في شبكات الاتصالات عبر الألياف البصرية وتحقيق معدلات نقل عالية.

الاستشعار والقياس

تقنية LiDAR وأنظمة القياس الدقيق تعتمد على مبدأ عمل ليزر الثنائي Laser Diode لتحقيق دقة ميكرومترية.

الصناعة والتصنيع

يُستخدم في القطع والحفر الدقيق والمعالجة الصناعية للمواد بكفاءة عالية وتدمير أقل.

الاختبار البعدي | المحاضرة 8

Post-Test — أجب عن الأسئلة التالية بعد انتهاء المحاضرة

س1

اشرح مبدأ عمل ليزر الثنائي ذو البنية المتراصة.

الإجابة: .....

س2

قارن بين VCSEL وEEL من حيث الخصائص والتطبيقات.

الإجابة: .....

س3

ما مزايا ليزر الألياف في الاتصالات؟

الإجابة: .....

ملخص المحاضرة | 8ليزر أشباه الموصلات والألياف

النقاط الرئيسية المُغطّاة في هذه المحاضرة:

- ✓ مبدأ عمل ليزر الثنائي Laser Diode
- ✓ البنية المتراصة DH Laser
- ✓ ليزر الألياف البصرية Fiber Laser
- ✓ ليزر VCSEL
- ✓ مقارنة بين أنواع ليزر أشباه الموصلات

المحاضرة القادمة :نظرة عامة على الاتصالات البصرية

🔑مفتاح الحلول -القبلي والذاتي |المحاضرة 8

إجابات الاختبار الذاتي:

1.صغير الحجم، كفاءة أعلى، يعمل بتيار منخفض

2.حصر الضوء والحاملات في منطقة صغيرة

3.الألياف نفسها وسط الكسب، يُضخ بليزر ثنائي

إجابات الاختبار القبلي:

1.على الانتقال في منطقة pnفي أشباه الموصلات

2. Vertical Cavity Surface Emitting Laser

3.مادة شبه موصلة ذات فجوة طاقية أكبر

⚠راجع إجاباتك مع الأستاذ |للحلول التفصيلية انظر الشريحة التالية

مفتاح الحلول -الاختبار البعدي |المحاضرة 8

1

س :اشرح مبدأ عمل ليزر الثنائي ذو البنية المتراصة.

✓

الطبقة الفاصلة تحصر الضوء والحاملات لزيادة الكثافة

2

س :قارن بين VCSELو EELمن حيث الخصائص والتطبيقات.

✓

VCSEL:انبعاث سطحي، تيار أقل :EEL .قدرة أعلى، انبعاث حافة

3

س :ما مزايا ليزر الألياف في الاتصالات؟

✓

عرض نطاق عالٍ، خسارة منخفضة، مناسب للإرسال البعيد

✓انتهت المحاضرة | 8المحاضرة القادمة :نظرة عامة على الاتصالات البصرية

المحاضرة 9

نظرة عامة على الاتصالات البصرية

تقنية الليزر والاتصالات البصرية

الأهداف التعليمية | المحاضرة 9: نظرة عامة على الاتصالات البصرية

1. فهم المفاهيم الأساسية لـ: تاريخ الاتصالات البصرية
2. تحليل وشرح: مكونات نظام الاتصال البصري
3. التمييز بين مفاهيم: مزايا الألياف البصرية على الكابلات النحاسية
4. تطبيق المعادلات المتعلقة بـ: نوافذ الإرسال البصري
5. ربط المحتوى بالتطبيقات العملية في الاتصالات البصرية

الاختبار القبلي | المحاضرة 9

— Pre-Testأجب عن الأسئلة التالية قبل بدء المحاضرة

س1

متى بدأ الاستخدام التجاري للألياف البصرية؟

الإجابة: .....

س2

ما المكونات الرئيسية لنظام الاتصال البصري؟

الإجابة: .....

س3

ما نوافذ الإرسال الثلاثة الرئيسية؟

الإجابة: .....

تاريخ الاتصالات البصرية

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة تاريخ الاتصالات البصرية بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ تاريخ الاتصالات البصرية من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات تاريخ الاتصالات البصرية مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

مكونات نظام الاتصال البصري

المفهوم الأساسي: يتناول هذا القسم دراسة مكونات نظام الاتصال البصري بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية: يُعدّ مكونات نظام الاتصال البصري من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية: تشمل تطبيقات مكونات نظام الاتصال البصري مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

مزايا الألياف البصرية على الكابلات النحاسية

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة مزايا الألياف البصرية على الكابلات النحاسية بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ مزايا الألياف البصرية على الكابلات النحاسية من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات مزايا الألياف البصرية على الكابلات النحاسية مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

نوافذ الإرسال البصري

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة نوافذ الإرسال البصري بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ نوافذ الإرسال البصري من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات نوافذ الإرسال البصري مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

تطور السعة مع الزمن

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة تطور السعة مع الزمن بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ تطور السعة مع الزمن من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات تطور السعة مع الزمن مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الاختبار الذاتي | المحاضرة 9

— Self-Testأجب عن الأسئلة التالية أثناء المحاضرة

س1

لماذا تتفوق الألياف البصرية على الكابلات النحاسية؟

تأملي..... :

س2

ما الفرق بين النافذة الثانية والثالثة في الاتصالات؟

تأملي..... :

س3

كيف أثرت الاتصالات البصرية على الإنترنت؟

تأملي..... :

المعادلات والمصطلحات الأساسية | المحاضرة 9

المعادلة/الرمز	التعريف	الوحدة
$E = hf$	طاقة الفوتون	جول (J)
$NA = \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)}$	الفتحة العددية	بلا أبعاد
α [dB/km]	معامل الخسارة	دب/كم
$BER = 0.5 \cdot \text{erfc}(Q/\sqrt{2})$	معدل خطأ البت	بلا أبعاد
OSNR = P_s/P_n	نسبة الإشارة للضوضاء	دب
$d = c \cdot t/2$	مسافة LiDAR/ToF	متر

★احفظ هذه المعادلات | راجع وحداتها

التطبيقات العملية | المحاضرة 9: نظرة عامة على الاتصالات البصرية

الطب والجراحة

يُطبَّق مكونات نظام الاتصال البصري في الجراحة الليزرية بدقة عالية وقطع الأنسجة دون أضرار جانبية.

الاتصالات البصرية

تُستخدم مفاهيم تاريخ الاتصالات البصرية في شبكات الاتصالات عبر الألياف البصرية وتحقيق معدلات نقل عالية.

الاستشعار والقياس

تقنية LiDAR وأنظمة القياس الدقيق تعتمد على تاريخ الاتصالات البصرية لتحقيق دقة ميكرومترية.

الصناعة والتصنيع

يُستخدم في القطع والحفر الدقيق والمعالجة الصناعية للمواد بكفاءة عالية وتدمير أقل.

الاختبار البعدي | المحاضرة 9

أجب عن الأسئلة التالية بعد انتهاء المحاضرة — Post-Test

س1

قارن بين الألياف البصرية والكابل النحاسي في ثلاثة معايير.

الإجابة: .....

س2

اشرح أهمية النافذة الثالثة عند 1550 نانومتر.

الإجابة: .....

س3

ما العوامل التي أدت إلى تطور الاتصالات البصرية؟

الإجابة: .....

ملخص المحاضرة | 9نظرة عامة على الاتصالات البصرية

النقاط الرئيسية المُغطّاة في هذه المحاضرة:

- ✓ تاريخ الاتصالات البصرية
- ✓ مكونات نظام الاتصال البصري
- ✓ مزايا الألياف البصرية على الكابلات النحاسية
- ✓ نوافذ الإرسال البصري
- ✓ تطور السعة مع الزمن

المحاضرة القادمة :بنية الألياف البصرية وأنواعها

🔑 مفتاح الحلول -القبلي والذاتي |المحاضرة 9

إجابات الاختبار الذاتي:

1. عرض نطاق أوسع، خسارة أقل، مناعة للتشويش الكهرومغناطيسي

2. أقل خسارة وأنسب للإرسال بعيد المدى 1550nm.

3. أتاحت سرعات إنترنت أعلى بكثير

إجابات الاختبار القبلي:

1. أوائل الثمانينيات من القرن الماضي

2. مصدر ضوئي، ليف بصري، كاشف ضوئي

3. 850nm، 1310nm، 1550nm

⚠️ راجع إجاباتك مع الأستاذ |للحلول التفصيلية انظر الشريحة التالية

مفتاح الحلول -الاختبار البعدي |المحاضرة 9

1

س :قارن بين الألياف البصرية والكابل النحاسي في ثلاثة معايير.

✓

عرض النطاق THz :مقابل .GHzالخسارة 0.2 :دبل/كم مقابل عشرات .المناعة :كاملة مقابل ضعيفة

2

س :اشرح أهمية النافذة الثالثة عند 1550نانومتر.

✓

تتميز بأقل خسارة وانتشار للألياف السيليكا

3

س :ما العوامل التي أدت إلى تطور الاتصالات البصرية؟

✓

الطلب المتزايد على الاتصالات، انخفاض التكلفة، تطور التقنية

✓انتهت المحاضرة | 9المحاضرة القادمة :بنية الألياف البصرية وأنواعها

المحاضرة 10

بنية الألياف البصرية وأنواعها

تقنية الليزر والاتصالات البصرية

الأهداف التعليمية | المحاضرة 10: بنية الألياف البصرية وأنواعها

1. فهم المفاهيم الأساسية لـ :البنية الأساسية لليف البصري)لب، غلاف، طلاء(
2. تحليل وشرح :ليف أحادي النمط Single-Mode
3. التمييز بين مفاهيم :ليف متعدد الأنماط Multi-Mode Step Index
4. تطبيق المعادلات المتعلقة بـ :ليف ذو المؤشر المتدرج Graded Index
5. ربط المحتوى بالتطبيقات العملية في الاتصالات البصرية

الاختبار القبلي | المحاضرة 10

— Pre-Testأجب عن الأسئلة التالية قبل بدء المحاضرة

س1

ما مكونات الليف البصري الثلاثة؟

الإجابة: .....

س2

ما الفرق بين الليف أحادي ومتعدد النمط؟

الإجابة: .....

س3

من ماذا تصنع الألياف البصرية؟

الإجابة: .....

البنية الأساسية لليف البصري)لب، غلاف، طلاء(

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة البنية الأساسية لليف البصري)لب، غلاف، طلاء (بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ البنية الأساسية لليف البصري)لب، غلاف، طلاء (من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات البنية الأساسية لليف البصري)لب، غلاف، طلاء (مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الليف أحادي النمط Single-Mode

المفهوم الأساسي: يتناول هذا القسم دراسة الليف أحادي النمط Single-Mode بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية: يُعدّ الليف أحادي النمط Single-Mode من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية: تشمل تطبيقات الليف أحادي النمط Single-Mode مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الليف متعدد الأنماط Multi-Mode Step Index

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة الليف متعدد الأنماط Multi-Mode Step Indexبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ الليف متعدد الأنماط Multi-Mode Step Indexمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات الليف متعدد الأنماط Multi-Mode Step Indexمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الليف ذو المؤشر المتدرج Graded Index

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة الليف ذو المؤشر المتدرج Graded Indexبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ الليف ذو المؤشر المتدرج Graded Indexمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات الليف ذو المؤشر المتدرج Graded Indexمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

مواد الألياف البصرية

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة مواد الألياف البصرية بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ مواد الألياف البصرية من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات مواد الألياف البصرية مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الاختبار الذاتي | المحاضرة 10

— Self-Testأجب عن الأسئلة التالية أثناء المحاضرة

س1

لماذا يُستخدم الليف أحادي النمط في الاتصالات بعيدة المدى؟

تأملي..... :

س2

كيف يقلل الليف ذو المؤشر المتدرج من التشتت؟

تأملي..... :

س3

ما حجم لب الليف أحادي النمط مقارنة بمتعدد الأنماط؟

تأملي..... :

المعادلات والمصطلحات الأساسية | المحاضرة 10

المعادلة/الرمز	التعريف	الوحدة
$E = hf$	طاقة الفوتون	جول (J)
$NA = \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)}$	الفتحة العددية	بلا أبعاد
α [dB/km]	معامل الخسارة	دب/كم
$BER = 0.5 \cdot \text{erfc}(Q/\sqrt{2})$	معدل خطأ البت	بلا أبعاد
OSNR = P_s/P_n	نسبة الإشارة للضوضاء	دب
$d = c \cdot t/2$	مسافة LiDAR/ToF	متر

★احفظ هذه المعادلات | راجع وحداتها

التطبيقات العملية |المحاضرة 10: بنية الألياف البصرية وأنواعها

الطب والجراحة

يُطبَّق الليف أحادي النمط Single-Mode في الجراحة الليزرية بدقة عالية وقطع الأنسجة دون أضرار جانبية.

الاتصالات البصرية

تُستخدم مفاهيم البنية الأساسية لليف البصري)لب، غلاف، طلاء (في شبكات الاتصالات عبر الألياف البصرية وتحقيق معدلات نقل عالية.

الاستشعار والقياس

تقنية LiDAR وأنظمة القياس الدقيق تعتمد على البنية الأساسية لليف البصري)لب، غلاف، طلاء (لتحقيق دقة ميكرومترية.

الصناعة والتصنيع

يُستخدم في القطع والحفر الدقيق والمعالجة الصناعية للمواد بكفاءة عالية وتدمير أقل.

الاختبار البعدي | المحاضرة 10

أجب عن الأسئلة التالية بعد انتهاء المحاضرة — Post-Test

س1

قارن بين الأنواع الثلاثة للألياف البصرية في جدول.

الإجابة: .....

س2

اشرح كيف يُقلل التصميم ذو المؤشر المتدرج من التشتت الموجي.

الإجابة: .....

س3

ما معيار الاختيار بين الليف أحادي ومتعدد النمط؟

الإجابة: .....

ملخص المحاضرة | 10بنية الألياف البصرية وأنواعها

النقاط الرئيسية المُغطّاة في هذه المحاضرة:

- ✓ البنية الأساسية لليف البصري)لب، غلاف، طلاء(
- ✓ الليف أحادي النمط Single-Mode
- ✓ الليف متعدد الأنماط Multi-Mode Step Index
- ✓ الليف ذو المؤشر المتدرج Graded Index
- ✓ مواد الألياف البصرية

المحاضرة القادمة :الفتحة العددية وزاوية القبول

🔑 مفتاح الحلول -القبلي والذاتي |المحاضرة 10

إجابات الاختبار الذاتي:

1.لأنه يتجنب التشتت بين الأنماط تماماً

2.يجعل الأنماط المختلفة تسير بنفس السرعة تقريباً

3. 8-10µm مقابل 50-62.5µm

إجابات الاختبار القبلي:

1.اللب Core، الغلاف Cladding، الطلاء الواقي Buffer

2.أحادي النمط :لب صغير 8-10µm. متعدد :لب كبير 50-62.5µm

3.السيليكا)ثاني أكسيد السيليكون (أساساً

⚠️راجع إجاباتك مع الأستاذ |للحلول التفصيلية انظر الشريحة التالية

مفتاح الحلول -الاختبار البعدي |المحاضرة 10

1

س :قارن بين الأنواع الثلاثة للألياف البصرية في جدول.

✓

أحادي :لب 8µm، حيد التشتت .متعدد-خطوة50µm :، تشتت أعلى .متعدد-متدرج62.5µm :، تشتت متوسط

2

س :اشرح كيف يُقلل التصميم ذو المؤشر المتدرج من التشتت الموجي.

✓

يجعل معامل الانكسار يتناقص تدريجياً من المركز للخارج

3

س :ما معيار الاختيار بين الليف أحادي ومتعدد النمط؟

✓

المسافة والسرعة :أحادي للمسافات البعيدة، متعدد للقصيرة

المحاضرة 11

الفتحة العددية وزاوية القبول

تقنية الليزر والاتصالات البصرية

الأهداف التعليمية | المحاضرة 11: الفتحة العددية وزاوية القبول

1. فهم المفاهيم الأساسية لـ: مفهوم الفتحة العددية Numerical Aperture (NA)
2. تحليل وشرح: زاوية القبول Acceptance Angle
3. التمييز بين مفاهيم: الانعكاس الداخلي الكلي Total Internal Reflection
4. تطبيق المعادلات المتعلقة بـ: معادلة NA واشتقاقها
5. ربط المحتوى بالتطبيقات العملية في الاتصالات البصرية

الاختبار القبلي | المحاضرة 11

— Pre-Testأجب عن الأسئلة التالية قبل بدء المحاضرة

س1

ما معنى الفتحة العددية NA؟

الإجابة: .....

س2

ما شرط الانعكاس الداخلي الكلي؟

الإجابة: .....

س3

ما العلاقة بين NA وقبول الضوء؟

الإجابة: .....

مفهوم الفتحة العددية Numerical Aperture (NA)

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة مفهوم الفتحة العددية Numerical Aperture (NA)بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ مفهوم الفتحة العددية Numerical Aperture (NA)من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات مفهوم الفتحة العددية Numerical Aperture (NA)مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

زاوية القبول Acceptance Angle

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة زاوية القبول Acceptance Angleبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ زاوية القبول Acceptance Angleمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات زاوية القبول Acceptance Angleمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الانعكاس الداخلي الكلي Total Internal Reflection

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة الانعكاس الداخلي الكلي Total Internal Reflectionبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ الانعكاس الداخلي الكلي Total Internal Reflectionمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات الانعكاس الداخلي الكلي Total Internal Reflectionمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

معادلة NAواشتقاقها

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة معادلة NAواشتقاقها بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ معادلة NAواشتقاقها من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات معادلة NAواشتقاقها مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

تطبيقات NAفي أنظمة الاتصالات

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة تطبيقات NAفي أنظمة الاتصالات بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ تطبيقات NAفي أنظمة الاتصالات من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات تطبيقات NAفي أنظمة الاتصالات مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الاختبار الذاتي | المحاضرة 11

— Self-Testأجب عن الأسئلة التالية أثناء المحاضرة

س1

كيف تُحسب NAمن معاملات الانكسار؟

تأملي: .....

س2

كيف يؤثر NAفي سعة الليف البصري؟

تأملي: .....

س3

ما الفرق بين NAالكبيرة والصغيرة؟

تأملي: .....

المعادلات والمصطلحات الأساسية | المحاضرة 11

المعادلة/الرمز	التعريف	الوحدة
$E = hf$	طاقة الفوتون	جول (J)
$NA = \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)}$	الفتحة العددية	بلا أبعاد
α [dB/km]	معامل الخسارة	دب/كم
$BER = 0.5 \cdot \text{erfc}(Q/\sqrt{2})$	معدل خطأ البت	بلا أبعاد
OSNR = P_s/P_n	نسبة الإشارة للضوضاء	دب
$d = c \cdot t/2$	مسافة LiDAR/ToF	متر

★احفظ هذه المعادلات | راجع وحداتها

التطبيقات العملية | المحاضرة 11: الفتحة العددية وزاوية القبول

الطب والجراحة

يُطبَّق زاوية القبول Acceptance Angle في الجراحة الليزرية بدقة عالية وقطع الأنسجة دون أضرار جانبية.

الاتصالات البصرية

تُستخدم مفاهيم مفهوم الفتحة العددية Numerical Aperture (NA) في شبكات الاتصالات عبر الألياف البصرية وتحقيق معدلات نقل عالية.

الاستشعار والقياس

تقنية LiDAR وأنظمة القياس الدقيق تعتمد على مفهوم الفتحة العددية Numerical Aperture (NA) لتحقيق دقة ميكرومترية.

الصناعة والتصنيع

يُستخدم في القطع والحفر الدقيق والمعالجة الصناعية للمواد بكفاءة عالية وتدمير أقل.

الاختبار البعدي | المحاضرة 11

أجب عن الأسئلة التالية بعد انتهاء المحاضرة — Post-Test

س1

اشتق معادلة NA للألياف البصرية.

الإجابة: .....

س2

احسب NA لليف ذي n1=1.48 و n2=1.46.

الإجابة: .....

س3

ما أهمية NA في ربط المصدر الضوئي بالليف؟

الإجابة: .....

ملخص المحاضرة | 11الفتحة العددية وزاوية القبول

النقاط الرئيسية المُغطّاة في هذه المحاضرة:

- ✓ مفهوم الفتحة العددية Numerical Aperture (NA)
- ✓ زاوية القبول Acceptance Angle
- ✓ الانعكاس الداخلي الكلي Total Internal Reflection
- ✓ معادلة NAواشتقاقها
- ✓ تطبيقات NAفي أنظمة الاتصالات

المحاضرة القادمة :خسائر الألياف البصرية

🔑 مفتاح الحلول -القبلي والذاتي |المحاضرة 11

إجابات الاختبار الذاتي:

1. NA = √(n1² - n2²)

2. NA الكبيرة تعني تشتتاً أكبر وسعة أقل

3. NA الكبيرة :قبول أفضل لكن تشتت أعلى

إجابات الاختبار القبلي:

1. مقياس لقدرة الليف على قبول الضوء

2. زاوية السقوط تكون أكبر من الزاوية الحرجة

3. NA الكبيرة تعني قبول الضوء من زوايا أوسع

⚠️راجع إجاباتك مع الأستاذ |للحلول التفصيلية انظر الشريحة التالية

مفتاح الحلول -الاختبار البعدي |المحاضرة 11

1

س :اشتق معادلة NAللألياف البصرية.

✓

من قانون سنيل: NA = n0·sin(θ_max) = √(n1²-n2²)

2

س :احسب NAلليف ذي n1=1.48 وn2=1.46.

✓

NA = √(1.48²-1.46²) = √(0.0584) ≈ 0.242

3

س :ما أهمية NAفي ربط المصدر الضوئي بالليف؟

✓

NAالكبيرة تسهّل الاقران لكن تزيد التشتت

✓انتهت المحاضرة | 11المحاضرة القادمة :خسائر الألياف البصرية

المحاضرة 12

خسائر الألياف البصرية

تقنية الليزر والاتصالات البصرية

الأهداف التعليمية | المحاضرة 12: خسائر الألياف البصرية

1. فهم المفاهيم الأساسية لـ :خسائر الامتصاص Absorption Losses
2. تحليل وشرح :خسائر التشتت Scattering Losses (Rayleigh)
3. التمييز بين مفاهيم :خسائر الانحناء Bending Losses
4. تطبيق المعادلات المتعلقة بـ :الخسائر الكلية وحسابها بالديسيبل
5. ربط المحتوى بالتطبيقات العملية في الاتصالات البصرية

الاختبار القبلي | المحاضرة 12

— Pre-Testأجب عن الأسئلة التالية قبل بدء المحاضرة

س1

ما أسباب الخسائر في الألياف البصرية؟

الإجابة: .....

س2

ما وحدة قياس الخسارة في الألياف؟

الإجابة: .....

س3

ما هو تشتت رايلي؟

الإجابة: .....

خسائر الامتصاص Absorption Losses

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة خسائر الامتصاص Absorption Lossesبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ خسائر الامتصاص Absorption Lossesمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات خسائر الامتصاص Absorption Lossesمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

خسائر التشتت Scattering Losses (Rayleigh)

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة خسائر التشتت Scattering Losses (Rayleigh)بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ خسائر التشتت Scattering Losses (Rayleigh)من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات خسائر التشتت Scattering Losses (Rayleigh)مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

خسائر الانحناء Bending Losses

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة خسائر الانحناء Bending Lossesبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ خسائر الانحناء Bending Lossesمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات خسائر الانحناء Bending Lossesمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الخسائر الكلية وحسابها بالديسيبل

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة الخسائر الكلية وحسابها بالديسيبل بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ الخسائر الكلية وحسابها بالديسيبل من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات الخسائر الكلية وحسابها بالديسيبل مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

ميزانية الخسارة Loss Budget

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة ميزانية الخسارة Loss Budgetبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ ميزانية الخسارة Loss Budgetمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات ميزانية الخسارة Loss Budgetمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الاختبار الذاتي | المحاضرة 12

— Self-Testأجب عن الأسئلة التالية أثناء المحاضرة

س1

كيف يختلف تشتت رايلي مع الطول الموجي؟

تأملي: .....

س2

لماذا تزداد خسائر الانحناء بتصغير نصف القطر؟

تأملي: .....

س3

كيف تُحسب الخسارة الكلية لمسار ليفي؟

تأملي: .....

المعادلات والمصطلحات الأساسية | المحاضرة 12

المعادلة/الرمز	التعريف	الوحدة
$E = hf$	طاقة الفوتون	جول (J)
$NA = \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)}$	الفتحة العددية	بلا أبعاد
α [dB/km]	معامل الخسارة	دب/كم
$BER = 0.5 \cdot \text{erfc}(Q/\sqrt{2})$	معدل خطأ البت	بلا أبعاد
OSNR = P_s/P_n	نسبة الإشارة للضوضاء	دب
$d = c \cdot t/2$	مسافة LiDAR/ToF	متر

★احفظ هذه المعادلات | راجع وحداتها

التطبيقات العملية | المحاضرة 12: خسائر الألياف البصرية

الطب والجراحة

يُطبَّق خسائر التشتت Scattering Losses (Rayleigh) في الجراحة الليزرية بدقة عالية وقطع الأنسجة دون أضرار جانبية.

الاتصالات البصرية

تُستخدم مفاهيم خسائر الامتصاص Absorption Losses في شبكات الاتصالات عبر الألياف البصرية وتحقيق معدلات نقل عالية.

الاستشعار والقياس

تقنية LiDAR وأنظمة القياس الدقيق تعتمد على خسائر الامتصاص Absorption Losses لتحقيق دقة ميكرومترية.

الصناعة والتصنيع

يُستخدم في القطع والحفر الدقيق والمعالجة الصناعية للمواد بكفاءة عالية وتدمير أقل.

الاختبار البعدي | المحاضرة 12

أجب عن الأسئلة التالية بعد انتهاء المحاضرة — Post-Test

س1

احسب الخسارة الكلية لليف طوله 50كم بمعدل خسارة 0.2دب/كم.

الإجابة: .....

س2

اشرح أسباب ونتائج تشتت رايلي في الألياف.

الإجابة: .....

س3

ما أهمية ميزانية الخسارة في تصميم الشبكات؟

الإجابة: .....

ملخص المحاضرة | 12خسائر الألياف البصرية

النقاط الرئيسية المُغطّاة في هذه المحاضرة:

- ✓ خسائر الامتصاص Absorption Losses
- ✓ خسائر التشتت Scattering Losses (Rayleigh)
- ✓ خسائر الانحناء Bending Losses
- ✓ الخسائر الكلية وحسابها بالديسيبل
- ✓ ميزانية الخسارة Loss Budget

المحاضرة القادمة :التشتت في الألياف وتعويضه

🔑 مفتاح الحلول -القبلي والذاتي |المحاضرة 12

إجابات الاختبار الذاتي:

1. يتناسب عكسياً مع λ^4

2. ينتشر جزء من الضوء خارج اللب

3. الخسارة_الكلية (dB) = معدل_الخسارة × الطول

إجابات الاختبار القبلي:

1. الامتصاص، التشتت، الانحناء، عيوب الوصل

2. الديسيبل لكل كيلومتر (dB/km)

3. تشتت الضوء بسبب التفاوتات الجزيئية

⚠️ راجع إجاباتك مع الأستاذ |للحلول التفصيلية انظر الشريحة التالية

مفتاح الحلول -الاختبار البعدي |المحاضرة 12

1

س :احسب الخسارة الكلية لليف طوله 50كم بمعدل خسارة 0.2دب/كم.

✓

50 × 0.2 = 10دب

2

س :اشرح أسباب ونتائج تشتت رايلي في الألياف.

✓

يحدث بسبب تقلبات كثافة المادة، يتناسب مع $1/\lambda^4$، يُحدد الحد الأدنى للخسارة

3

س :ما أهمية ميزانية الخسارة في تصميم الشبكات؟

✓

تحدد أقصى مسافة يمكن الإرسال عبرها دون مكبرات

✓انتهت المحاضرة | 12المحاضرة القادمة :التشتت في الألياف وتعويضه

المحاضرة 13

التشتت في الألياف وتعويضه

تقنية الليزر والاتصالات البصرية

الأهداف التعليمية | المحاضرة 13: التشتت في الألياف وتعويضه

1. فهم المفاهيم الأساسية لـ :التشتت الموجي Chromatic Dispersion
2. تحليل وشرح :التشتت بين الأنماط Modal Dispersion
3. التمييز بين مفاهيم :التشتت الاستقطابي PMD
4. تطبيق المعادلات المتعلقة بـ :الألياف المعوّضة للتشتت DCF
5. ربط المحتوى بالتطبيقات العملية في الاتصالات البصرية

الاختبار القبلي | المحاضرة 13

أجب عن الأسئلة التالية قبل بدء المحاضرة — Pre-Test

س1

ما هو التشتت في الألياف البصرية؟

الإجابة: .....

س2

ما أنواع التشتت الرئيسية؟

الإجابة: .....

س3

كيف يؤثر التشتت على الإشارة؟

الإجابة: .....

التشتت الموجي Chromatic Dispersion

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة التشتت الموجي Chromatic Dispersionبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ التشتت الموجي Chromatic Dispersionمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات التشتت الموجي Chromatic Dispersionمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

التشتت بين الأنماط Modal Dispersion

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة التشتت بين الأنماط Modal Dispersionبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ التشتت بين الأنماط Modal Dispersionمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات التشتت بين الأنماط Modal Dispersionمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

التشتت الاستقطابي PMD

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة التشتت الاستقطابي PMDبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ التشتت الاستقطابي PMDمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات التشتت الاستقطابي PMDمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الألياف المعوّضة للتشتت DCF

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة الألياف المعوّضة للتشتت DCFبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ الألياف المعوّضة للتشتت DCFمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات الألياف المعوّضة للتشتت DCFمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

تأثير التشتت على سرعة البيانات

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة تأثير التشتت على سرعة البيانات بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ تأثير التشتت على سرعة البيانات من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات تأثير التشتت على سرعة البيانات مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الاختبار الذاتي | المحاضرة 13

Self-Test — أجب عن الأسئلة التالية أثناء المحاضرة

س1 ما الفرق بين التشتت المادي والموجي؟

تأملي: .....

س2 ما نقطة التشتت الصفري ZDP للألياف القياسية؟

تأملي: .....

س3 كيف تعمل الألياف المعوضة للتشتت DCF؟

تأملي: .....

المعادلات والمصطلحات الأساسية | المحاضرة 13

المعادلة/الرمز	التعريف	الوحدة
$E = hf$	طاقة الفوتون	جول (J)
$NA = \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)}$	الفتحة العددية	بلا أبعاد
α [dB/km]	معامل الخسارة	دب/كم
$BER = 0.5 \cdot \text{erfc}(Q/\sqrt{2})$	معدل خطأ البت	بلا أبعاد
OSNR = P_s/P_n	نسبة الإشارة للضوضاء	دب
$d = c \cdot t/2$	مسافة LiDAR/ToF	متر

★احفظ هذه المعادلات | راجع وحداتها

التطبيقات العملية | المحاضرة 13: التشتت في الألياف وتعويضه

الطب والجراحة

يُطبَّق التشتت بين الأنماط Modal Dispersion في الجراحة الليزرية بدقة عالية وقطع الأنسجة دون أضرار جانبية.

الاتصالات البصرية

تُستخدم مفاهيم التشتت الموجي Chromatic Dispersion في شبكات الاتصالات عبر الألياف البصرية وتحقيق معدلات نقل عالية.

الاستشعار والقياس

تقنية LiDAR وأنظمة القياس الدقيق تعتمد على التشتت الموجي Chromatic Dispersion لتحقيق دقة ميكرومترية.

الصناعة والتصنيع

يُستخدم في القطع والحفر الدقيق والمعالجة الصناعية للمواد بكفاءة عالية وتدمير أقل.

الاختبار البعدي | المحاضرة 13

أجب عن الأسئلة التالية بعد انتهاء المحاضرة — Post-Test

س1

احسب توسع النبضة لليف طوله 100كم بمعامل تشتت 17 ps/(nm·km) وعرض طيفي 1 nm.

الإجابة: .....

س2

ما تأثير التشتت على معدل البيانات؟

الإجابة: .....

س3

اشرح مفهوم الألياف المعوضة للتشتت.

الإجابة: .....

ملخص المحاضرة | 13التشتت في الألياف وتعويضه

النقاط الرئيسية المُغطّاة في هذه المحاضرة:

- ✓ التشتت الموجي Chromatic Dispersion
- ✓ التشتت بين الأنماط Modal Dispersion
- ✓ التشتت الاستقطابي PMD
- ✓ الألياف المعوّضة للتشتت DCF
- ✓ تأثير التشتت على سرعة البيانات

المحاضرة القادمة :الكواشف الضوئية

🔑 مفتاح الحلول -القبلي والذاتي |المحاضرة 13

إجابات الاختبار الذاتي:

1.المادي بسبب خصائص الزجاج، الموجي بسبب التوزيع الشعاعي

2. 1310 .2نانومتر للألياف القياسية SMF-28

3.لها تشتت سالب تعوض تشتت ألياف الإرسال

إجابات الاختبار القبلي:

1.انتشار النبضة عبر الزمن بسبب اختلاف السرعات

2.بين الأنماط، موجي)مادي+موجي(، استقطابي

3.توسع النبضة مما يحدد الحد الأقصى لمعدل البيانات

⚠️راجع إجاباتك مع الأستاذ |للحلول التفصيلية انظر الشريحة التالية

مفتاح الحلول -الاختبار البعدي |المحاضرة 13

1

س :احسب توسع النبضة لليف طوله 100كم بمعامل تشتت 17 ps/(nm·km)وعرض طيفي 1 nm.

✓

$\Delta\tau = D \times L \times \Delta\lambda = 17 \times 100 \times 1 = 1700\ ps = 1.7\ ns$

2

س :ما تأثير التشتت على معدل البيانات؟

✓

يُحدد الحد الأقصى لمعدل البيانات $B < 1/(2\Delta\tau)$

3

س :اشرح مفهوم الألياف المعوضة للتشتت.

✓

ألياف ذات تشتت سالب (-80إلى -100 ps/nm·km)

✓انتهت المحاضرة | 13المحاضرة القادمة :الكواشف الضوئية

المحاضرة 14

الكواشف الضوئية

تقنية الليزر والاتصالات البصرية

الأهداف التعليمية | المحاضرة 14: الكواشف الضوئية

1. فهم المفاهيم الأساسية لـ :الثنائي الضوئي PIN Photodiode
2. تحليل وشرح :الثنائي ذو الانهيار الجليدي APD
3. التمييز بين مفاهيم :الاستجابة الطيفية Spectral Response
4. تطبيق المعادلات المتعلقة بـ :الكفاءة الكمومية Quantum Efficiency
5. ربط المحتوى بالتطبيقات العملية في الاتصالات البصرية

الاختبار القبلي | المحاضرة 14

— Pre-Testأجب عن الأسئلة التالية قبل بدء المحاضرة

س1

ما وظيفة الكاشف الضوئي؟

الإجابة: .....

س2

ما الفرق بين PIN وAPD؟

الإجابة: .....

س3

ما معنى الكفاءة الكمومية؟

الإجابة: .....

الثنائي الضوئي PIN Photodiode

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة الثنائي الضوئي PIN Photodiodeبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ الثنائي الضوئي PIN Photodiodeمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات الثنائي الضوئي PIN Photodiodeمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الثنائي ذو الانهيار الجليدي APD

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة الثنائي ذو الانهيار الجليدي APDبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ الثنائي ذو الانهيار الجليدي APDمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات الثنائي ذو الانهيار الجليدي APDمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الاستجابة الطيفية Spectral Response

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة الاستجابة الطيفية Spectral Responseبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ الاستجابة الطيفية Spectral Responseمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات الاستجابة الطيفية Spectral Responseمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الكفاءة الكمومية Quantum Efficiency

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة الكفاءة الكمومية Quantum Efficiencyبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ الكفاءة الكمومية Quantum Efficiencyمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات الكفاءة الكمومية Quantum Efficiencyمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

ضوضاء الكاشف Shot Noise & Thermal Noise

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة ضوضاء الكاشف Shot Noise & Thermal Noiseبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ ضوضاء الكاشف Shot Noise & Thermal Noiseمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات ضوضاء الكاشف Shot Noise & Thermal Noiseمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الاختبار الذاتي | المحاضرة 14

— Self-Testأجب عن الأسئلة التالية أثناء المحاضرة

س1

لماذا يُستخدم APDفي الاتصالات بعيدة المدى؟

تأملي..... :

س2

كيف تُحسب استجابة الكاشف Responsivity؟

تأملي..... :

س3

ما مصادر الضوضاء في الكاشف الضوئي؟

تأملي..... :

المعادلات والمصطلحات الأساسية | المحاضرة 14

المعادلة/الرمز	التعريف	الوحدة
$E = hf$	طاقة الفوتون	جول (J)
$NA = \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)}$	الفتحة العددية	بلا أبعاد
α [dB/km]	معامل الخسارة	دب/كم
$BER = 0.5 \cdot \text{erfc}(Q/\sqrt{2})$	معدل خطأ البت	بلا أبعاد
OSNR = P_s/P_n	نسبة الإشارة للضوضاء	دب
$d = c \cdot t/2$	مسافة LiDAR/ToF	متر

★احفظ هذه المعادلات | راجع وحداتها

التطبيقات العملية | المحاضرة 14: الكواشف الضوئية

الطب والجراحة

يُطبَّق الثنائي ذو الانهيار الجليدي APDفي الجراحة الليزرية بدقة عالية وقطع الأنسجة دون أضرار جانبية.

الاتصالات البصرية

تُستخدم مفاهيم الثنائي الضوئي PIN Photodiodeفي شبكات الاتصالات عبر الألياف البصرية وتحقيق معدلات نقل عالية.

الاستشعار والقياس

تقنية LiDARوأنظمة القياس الدقيق تعتمد على الثنائي الضوئي PIN Photodiode لتحقيق دقة ميكرومترية.

الصناعة والتصنيع

يُستخدم في القطع والحفر الدقيق والمعالجة الصناعية للمواد بكفاءة عالية وتدمير أقل.

الاختبار البعدي | المحاضرة 14

أجب عن الأسئلة التالية بعد انتهاء المحاضرة — Post-Test

س1

احسب التيار الضوئي لكاشف PIN باستجابة 0.8 A/W وقدرة ضوئية 1 µW.

الإجابة: .....

س2

قارن بين PIN و APD في الحساسية والسرعة والتكلفة.

الإجابة: .....

س3

ما معادلة الكفاءة الكمومية؟

الإجابة: .....

ملخص المحاضرة | 14الكواشف الضوئية

النقاط الرئيسية المُغطّاة في هذه المحاضرة:

- ✓ الثنائي الضوئي PIN Photodiode
- ✓ الثنائي ذو الانهيار الجليدي APD
- ✓ الاستجابة الطيفية Spectral Response
- ✓ الكفاءة الكمومية Quantum Efficiency
- ✓ ضوضاء الكاشف Shot Noise & Thermal Noise

المحاضرة القادمة :المرسلات والمضمنات الضوئية

🔑 مفتاح الحلول -القبلي والذاتي |المحاضرة 14

إجابات الاختبار الذاتي:

1. حساسية أعلى تعوض الخسائر الكبيرة

2. $R = \eta \cdot q/(h \cdot f)$ [A/W]

3. ضوضاء الطلق Shot noise وضوضاء جونسون الحرارية

إجابات الاختبار القبلي:

1. تحويل الضوء إلى تيار كهربائي

2. APD يضخم التيار داخلياً عبر تأثير الانهيار الجليدي

3. نسبة الفوتونات المحوّلة إلى إلكترونات

⚠️ راجع إجاباتك مع الأستاذ |للحلول التفصيلية انظر الشريحة التالية

مفتاح الحلول -الاختبار البعدي |المحاضرة 14

1

س :احسب التيار الضوئي لكاشف PINباستجابة 0.8 A/Wوقدرة ضوئية 1 μW.

✓

$$I = R \times P = 0.8 \times 1\times10^{-6} = 0.8\ \mu A$$

2

س :قارن بين PINو APDفي الحساسية والسرعة والتكلفة.

✓

PIN: بسيط، سريع، تكلفة منخفضة. APD: حساسية عالية، أعلى تكلفة، تحتاج جهداً مرتفعاً.

3

س :ما معادلة الكفاءة الكمومية؟

✓

$$\eta = (Ip/q)/(Pin/hf) = R\cdot hf/q$$

✓انتهت المحاضرة | 14المحاضرة القادمة :المرسلات والمضمنات الضوئية

المحاضرة 15

المرسلات والمضمنات الضوئية

تقنية الليزر والاتصالات البصرية

الأهداف التعليمية | المحاضرة 15: المرسلات والمضمنات الضوئية

1. فهم المفاهيم الأساسية لـ :بنية المرسل الضوئي Optical Transmitter
2. تحليل وشرح :دوائر التشغيل المباشر Direct Modulation
3. التمييز بين مفاهيم :التضمين الخارجي External Modulation (EOM/MZM)
4. تطبيق المعادلات المتعلقة بـ :مُضمِّن ماخ-زيندر Mach-Zehnder Modulator
5. ربط المحتوى بالتطبيقات العملية في الاتصالات البصرية

الاختبار القبلي | المحاضرة 15

— Pre-Testأجب عن الأسئلة التالية قبل بدء المحاضرة

س1

ما مكونات المرسل الضوئي؟

الإجابة: .....

س2

ما الفرق بين التضمين المباشر والخارجي؟

الإجابة: .....

س3

ما هو chirpفي الليزر؟

الإجابة: .....

بنية المرسل الضوئي Optical Transmitter

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة بنية المرسل الضوئي Optical Transmitterبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ بنية المرسل الضوئي Optical Transmitterمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات بنية المرسل الضوئي Optical Transmitterمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

دوائر التشغيل المباشر Direct Modulation

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة دوائر التشغيل المباشر Direct Modulationبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ دوائر التشغيل المباشر Direct Modulationمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات دوائر التشغيل المباشر Direct Modulationمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

التضمين الخارجي External Modulation (EOM/MZM)

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة التضمين الخارجي External Modulation (EOM/MZM)بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ التضمين الخارجي External Modulation (EOM/MZM)من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات التضمين الخارجي External Modulation (EOM/MZM)مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

مُضمِّن ماخ-زيندر Mach-Zehnder Modulator

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة مُضمِّن ماخ-زيندر Mach-Zehnder Modulatorبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ مُضمِّن ماخ-زيندر Mach-Zehnder Modulatorمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات مُضمِّن ماخ-زيندر Mach-Zehnder Modulatorمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

البيدق Chirpوتأثيره

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة البيدق Chirpوتأثيره بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ البيدق Chirpوتأثيره من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات البيدق Chirpوتأثيره مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الاختبار الذاتي | المحاضرة 15

— Self-Testأجب عن الأسئلة التالية أثناء المحاضرة

س1

لماذا يُفضَّل التضمين الخارجي في الاتصالات عالية السرعة؟

تأملي..... :

س2

كيف يعمل مضمّن ماخ-زيندر؟

تأملي..... :

س3

ما تأثير البيدق chirpعلى التشتت؟

تأملي..... :

المعادلات والمصطلحات الأساسية | المحاضرة 15

المعادلة/الرمز	التعريف	الوحدة
$E = hf$	طاقة الفوتون	جول (J)
$NA = \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)}$	الفتحة العددية	بلا أبعاد
α [dB/km]	معامل الخسارة	دب/كم
$BER = 0.5 \cdot \text{erfc}(Q/\sqrt{2})$	معدل خطأ البت	بلا أبعاد
OSNR = P_s/P_n	نسبة الإشارة للضوضاء	دب
$d = c \cdot t/2$	مسافة LiDAR/ToF	متر

★احفظ هذه المعادلات | راجع وحداتها

التطبيقات العملية | المحاضرة 15: المرسلات والمضمنات الضوئية

الطب والجراحة

يُطبَّق دوائر التشغيل المباشر Direct Modulation في الجراحة الليزرية بدقة عالية وقطع الأنسجة دون أضرار جانبية.

الاتصالات البصرية

تُستخدم مفاهيم بنية المرسل الضوئي Optical Transmitter في شبكات الاتصالات عبر الألياف البصرية وتحقيق معدلات نقل عالية.

الاستشعار والقياس

تقنية LiDAR وأنظمة القياس الدقيق تعتمد على بنية المرسل الضوئي Optical Transmitter لتحقيق دقة ميكرومترية.

الصناعة والتصنيع

يُستخدم في القطع والحفر الدقيق والمعالجة الصناعية للمواد بكفاءة عالية وتدمير أقل.

الاختبار البعدي | المحاضرة 15

أجب عن الأسئلة التالية بعد انتهاء المحاضرة — Post-Test

س1

اشرح مبدأ عمل مضمّن ماخ-زيندر واشتق دالة نقله.

الإجابة: .....

س2

ما عيوب التضمين المباشر في نظام 40 Gbps؟

الإجابة: .....

س3

قارن بين EOM و MZM في التطبيقات.

الإجابة: .....

ملخص المحاضرة | 15المرسلات والمضمنات الضوئية

النقاط الرئيسية المُغطّاة في هذه المحاضرة:

- ✓ بنية المرسل الضوئي Optical Transmitter
- ✓ دوائر التشغيل المباشر Direct Modulation
- ✓ التضمين الخارجي External Modulation (EOM/MZM)
- ✓ مُضمِّن ماخ-زيندر Mach-Zehnder Modulator
- ✓ البيدق Chirpوتأثيره

المحاضرة القادمة :المستقبلات الضوئية والضوضاء

🔑 مفتاح الحلول - المحاضرة 15 | القبلي والذاتي

إجابات الاختبار الذاتي:

1. يتجنب chirp ويعطي عرض نطاق أعلى.

2. يقسم الضوء ثم يجمعه مع فرق طور كهربائي.

3. يزيد التشتت الفعّال ويُحدد مدى الإرسال.

إجابات الاختبار القبلي:

1. مصدر ليزر، دائرة تشغيل، ربط بالليف.

2. المباشر: تضمين تيار الليزر. الخارجي: مضمّن منفصل.

3. تغير في التردد اللحظي لليزر أثناء التضمين.

⚠️ راجع إجاباتك مع الأستاذ | للحلول التفصيلية انظر الشريحة التالية

مفتاح الحلول -الاختبار البعدي |المحاضرة 15

1

س :اشرح مبدأ عمل مضمّن ماخ-زيندر واشتق دالة نقله.

✓

$T(V) = \cos^2(\pi \cdot V/2V\pi)$، عند V=0تمرير كامل، V=Vπحجب كامل

2

س :ما عيوب التضمين المباشر في نظام 40 Gbps؟

✓

chirpعالٍ يحدد المسافة، استجابة تردد محدودة

3

س :قارن بين EOMو MZMفي التطبيقات.

✓

EOMللإشارات البسيطة، MZMـ QPSKوعالي السرعة

✓انتهت المحاضرة | 15المحاضرة القادمة :المستقبلات الضوئية والضوضاء

المحاضرة 16

المستقبلات الضوئية والضوضاء

تقنية الليزر والاتصالات البصرية

الأهداف التعليمية | المحاضرة 16: المستقبلات الضوئية والضوضاء

1. فهم المفاهيم الأساسية لـ بنية المستقبل الضوئي Optical Receiver:
2. تحليل وشرح الضوضاء الحرارية Thermal Noise:
3. التمييز بين مفاهيم ضوضاء الطلق Shot Noise:
4. تطبيق المعادلات المتعلقة بـ نسبة الإشارة للضوضاء SNR:
5. ربط المحتوى بالتطبيقات العملية في الاتصالات البصرية

الاختبار القبلي | المحاضرة 16

— Pre-Testأجب عن الأسئلة التالية قبل بدء المحاضرة

س1

ما مكونات المستقبل الضوئي؟

الإجابة: .....

س2

ما مصادر الضوضاء الرئيسية؟

الإجابة: .....

س3

ما معنى BER؟

الإجابة: .....

بنية المستقبل الضوئي Optical Receiver

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة بنية المستقبل الضوئي Optical Receiverبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ بنية المستقبل الضوئي Optical Receiverمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات بنية المستقبل الضوئي Optical Receiverمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الضوضاء الحرارية Thermal Noise

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة الضوضاء الحرارية Thermal Noiseبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ الضوضاء الحرارية Thermal Noiseمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات الضوضاء الحرارية Thermal Noiseمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

ضوضاء الطلق Shot Noise

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة ضوضاء الطلق Shot Noiseبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ ضوضاء الطلق Shot Noiseمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات ضوضاء الطلق Shot Noiseمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

نسبة الإشارة للضوضاء SNR

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة نسبة الإشارة للضوضاء SNRبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ نسبة الإشارة للضوضاء SNRمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات نسبة الإشارة للضوضاء SNRمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

معدل الخطأ BERوعلاقته بـ SNR

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة معدل الخطأ BERوعلاقته بـ SNRبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ معدل الخطأ BERوعلاقته بـ SNRمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات معدل الخطأ BERوعلاقته بـ SNRمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الاختبار الذاتي | المحاضرة 16

— Self-Testأجب عن الأسئلة التالية أثناء المحاضرة

س1

كيف تؤثر الضوضاء الحرارية على الحساسية؟

تأملي..... :

س2

ما العلاقة بين SNRوBER؟

تأملي..... :

س3

كيف تُحسن الحساسية بتبريد الكاشف؟

تأملي..... :

المعادلات والمصطلحات الأساسية | المحاضرة 16

المعادلة/الرمز	التعريف	الوحدة
$E = hf$	طاقة الفوتون	جول (J)
$NA = \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)}$	الفتحة العددية	بلا أبعاد
α [dB/km]	معامل الخسارة	دب/كم
$BER = 0.5 \cdot \mathrm{erfc}(Q/\sqrt{2})$	معدل خطأ البت	بلا أبعاد
$OSNR = P_s/P_n$	نسبة الإشارة للضوضاء	دب
$d = c \cdot t/2$	مسافة LiDAR/ToF	متر

★احفظ هذه المعادلات | راجع وحداتها

التطبيقات العملية | المحاضرة 16: المستقبلات الضوئية والضوضاء

الطب والجراحة

يُطبَّق الضوضاء الحرارية Thermal Noise في الجراحة الليزرية بدقة عالية وقطع الأنسجة دون أضرار جانبية.

الاتصالات البصرية

تُستخدم مفاهيم بنية المستقبل الضوئي Optical Receiver في شبكات الاتصالات عبر الألياف البصرية وتحقيق معدلات نقل عالية.

الاستشعار والقياس

تقنية LiDAR وأنظمة القياس الدقيق تعتمد على بنية المستقبل الضوئي Optical Receiver لتحقيق دقة ميكرومترية.

الصناعة والتصنيع

يُستخدم في القطع والحفر الدقيق والمعالجة الصناعية للمواد بكفاءة عالية وتدمير أقل.

الاختبار البعدي | المحاضرة 16

أجب عن الأسئلة التالية بعد انتهاء المحاضرة — Post-Test

س1

احسب SNR لنظام: قدرة 1μW، استجابة 0.8 A/W، ضوضاء حرارية 10^{-22} A²/Hz.

الإجابة: .....

س2

ما البنية الداخلية لدائرة الاستقبال؟

الإجابة: .....

س3

اشرح العلاقة بين BER وQ-factor.

الإجابة: .....

ملخص المحاضرة | 16المستقبلات الضوئية والضوضاء

النقاط الرئيسية المُغطّاة في هذه المحاضرة:

- ✓ بنية المستقبل الضوئي Optical Receiver
- ✓ الضوضاء الحرارية Thermal Noise
- ✓ ضوضاء الطلق Shot Noise
- ✓ نسبة الإشارة للضوضاء SNR
- ✓ معدل الخطأ BERوعلاقته بـ SNR

المحاضرة القادمة :الحساسية ونسبة الإشارة للضوضاء

🔑 مفتاح الحلول -القبلي والذاتي |المحاضرة 16

إجابات الاختبار الذاتي:

1. تُحدد الحد الأدنى للقدرة المستقبَلة

2. BER = 0.5·erfc(Q/√2)

3. يقلل الضوضاء الحرارية ويحسن الحساسية

إجابات الاختبار القبلي:

1. كاشف، مكبر تمهيدي، دائرة قرار، مكبر حدودي

2. ضوضاء الطلق، الحرارية، ضوضاء المكبر

3. Bit Error Rate: احتمالية خطأ البت الواحد

⚠️ راجع إجاباتك مع الأستاذ |للحلول التفصيلية انظر الشريحة التالية

مفتاح الحلول -الاختبار البعدي |المحاضرة 16

1

س :احسب SNRلنظام :قدرة 1μW، استجابة 0.8 A/W، ضوضاء حرارية 10^{-22} A²/Hz.

✓

$I_s=R\cdot P=0.8\mu A$، $SNR = I_s^2/\sigma^2 =$ حسب المعادلة

2

س :ما البنية الداخلية لدائرة الاستقبال؟

✓

كاشف←مكبر تمهيدي←مرشح←مكبر حدودي←دائرة قرار

3

س :اشرح العلاقة بين BERو Q-factor.

✓

$Q = (I_1-I_0)/(\sigma_1+\sigma_0)$، $BER = 0.5\cdot erfc(Q/\sqrt{2})$

✓انتهت المحاضرة | 16المحاضرة القادمة :الحساسية ونسبة الإشارة للضوضاء

المحاضرة 17

الحساسية ونسبة الإشارة للضوضاء

تقنية الليزر والاتصالات البصرية

الأهداف التعليمية | المحاضرة 17: الحساسية ونسبة الإشارة للضوضاء

1. فهم المفاهيم الأساسية لـ: تعريف الحساسية Receiver Sensitivity
2. تحليل وشرح: عقوبة الحساسية Power Penalty
3. التمييز بين مفاهيم: حد الكم Quantum Limit
4. تطبيق المعادلات المتعلقة بـ: أخطاء التقسيم المعدل AMI
5. ربط المحتوى بالتطبيقات العملية في الاتصالات البصرية

الاختبار القبلي | المحاضرة 17

— Pre-Testأجب عن الأسئلة التالية قبل بدء المحاضرة

س1

ما تعريف حساسية المستقبل؟

الإجابة: .....

س2

ما هو حد الكم للكشف الضوئي؟

الإجابة: .....

س3

ما معنى عقوبة الطاقة Power Penalty؟

الإجابة: .....

تعريف الحساسية Receiver Sensitivity

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة تعريف الحساسية Receiver Sensitivityبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ تعريف الحساسية Receiver Sensitivityمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات تعريف الحساسية Receiver Sensitivityمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

عقوبة الحساسية Power Penalty

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة عقوبة الحساسية Power Penaltyبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ عقوبة الحساسية Power Penaltyمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات عقوبة الحساسية Power Penaltyمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

حد الكم Quantum Limit

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة حد الكم Quantum Limitبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ حد الكم Quantum Limitمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات حد الكم Quantum Limitمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

أخطاء التقسيم المعدل AMI

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة أخطاء التقسيم المعدل AMIبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ أخطاء التقسيم المعدل AMIمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات أخطاء التقسيم المعدل AMIمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

التعادل والتمييز في المستقبل

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة التعادل والتمييز في المستقبل بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ التعادل والتمييز في المستقبل من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات التعادل والتمييز في المستقبل مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الاختبار الذاتي | المحاضرة 17

— Self-Testأجب عن الأسئلة التالية أثناء المحاضرة

س1

كيف يؤثر تصحيح أخطاء FEC على الحساسية؟

تأملي: .....

س2

ما علاقة عرض نطاق الاستقبال بالضوضاء؟

تأملي: .....

س3

ما الفرق بين الكشف المباشر والمتماسك؟

تأملي: .....

المعادلات والمصطلحات الأساسية | المحاضرة 17

المعادلة/الرمز	التعريف	الوحدة
$E = hf$	طاقة الفوتون	جول (J)
$NA = \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)}$	الفتحة العددية	بلا أبعاد
α [dB/km]	معامل الخسارة	دب/كم
$BER = 0.5 \cdot \text{erfc}(Q/\sqrt{2})$	معدل خطأ البت	بلا أبعاد
OSNR = P_s/P_n	نسبة الإشارة للضوضاء	دب
$d = c \cdot t/2$	مسافة LiDAR/ToF	متر

★احفظ هذه المعادلات | راجع وحداتها

التطبيقات العملية | المحاضرة 17: الحساسية ونسبة الإشارة للضوضاء

الطب والجراحة

يُطبَّق عقوبة الحساسية Power Penaltyفي الجراحة الليزرية بدقة عالية وقطع الأنسجة دون أضرار جانبية.

الاتصالات البصرية

تُستخدم مفاهيم تعريف الحساسية Receiver Sensitivityفي شبكات الاتصالات عبر الألياف البصرية وتحقيق معدلات نقل عالية.

الاستشعار والقياس

تقنية LiDARوأنظمة القياس الدقيق تعتمد على تعريف الحساسية Receiver Sensitivityلتحقيق دقة ميكرومترية.

الصناعة والتصنيع

يُستخدم في القطع والحفر الدقيق والمعالجة الصناعية للمواد بكفاءة عالية وتدمير أقل.

الاختبار البعدي | المحاضرة 17

أجب عن الأسئلة التالية بعد انتهاء المحاضرة — Post-Test

س1

احسب حد الكم لـ $BER = 10^{-9}$ عند $\lambda=1550nm$.

الإجابة: .....

س2

ما عقوبة الطاقة للتشتت في نظام 10Gbps، 80km؟

الإجابة: .....

س3

اشرح كيف يُحسّن FEC من الحساسية.

الإجابة: .....

ملخص المحاضرة | 17الحساسية ونسبة الإشارة للضوضاء

النقاط الرئيسية المُغطّاة في هذه المحاضرة:

- ✓ تعريف الحساسية Receiver Sensitivity
- ✓ عقوبة الحساسية Power Penalty
- ✓ حد الكم Quantum Limit
- ✓ أخطاء التقسيم المعدل AMI
- ✓ التعادل والتمييز في المستقبل

المحاضرة القادمة :تقنيات التضمين التناظري والرقمي

🔑 مفتاح الحلول -القبلي والذاتي |المحاضرة 17

إجابات الاختبار الذاتي:

1. يخفض الحد المطلوب من BER مما يُحسن الحساسية بـ 3-8 dB
2. الضوضاء تتناسب مع جذر عرض النطاق
3. المتماسك أكثر حساسية بكثير

إجابات الاختبار القبلي:

1. أدنى قدرة ضوئية تحقق BER مطلوب
2. 10 فوتون/بت تقريباً للكشف المثالي
3. الزيادة في القدرة المطلوبة بسبب مصادر الإضعاف

⚠️ راجع إجاباتك مع الأستاذ | للحلول التفصيلية انظر الشريحة التالية

مفتاح الحلول -الاختبار البعدي |المحاضرة 17

1

س :احسب حد الكم لـ $BER = 10^{-9}$ عند $\lambda=1550nm$.

✓

$P_{min} = 10 \cdot hf/T$، حيث T فترة البت

2

س :ما عقوبة الطاقة للتشتت في نظام 10Gbps، 80km؟

✓

$PP \approx 10\log(1 + (\pi BD \cdot L \cdot \Delta\lambda)^2)$ دب

3

س :اشرح كيف يُحسّن FEC من الحساسية.

✓

يضيف تكراراً لتصحيح الأخطاء فيخفض معدل الخطأ

المحاضرة 18

تقنيات التضمين التناظري والرقمي

تقنية الليزر والاتصالات البصرية

الأهداف التعليمية | المحاضرة 18: تقنيات التضمين التناظري والرقمي

1. فهم المفاهيم الأساسية لـ تضمين الإزاحة السعية ASK (OOK)
2. تحليل وشرح تضمين الإزاحة الترددية FSK
3. التمييز بين مفاهيم تضمين الإزاحة الطورية PSK/QPSK
4. تطبيق المعادلات المتعلقة بـ التضمين المتماسك Coherent Detection
5. ربط المحتوى بالتطبيقات العملية في الاتصالات البصرية

الاختبار القبلي | المحاضرة 18

— Pre-Testأجب عن الأسئلة التالية قبل بدء المحاضرة

س1

ما تقنيات التضمين الثلاثة الأساسية؟

الإجابة: .....

س2

ما هو OOK؟

الإجابة: .....

س3

لماذا يُستخدم QPSK في الاتصالات الحديثة؟

الإجابة: .....

تضمين الإزاحة السعية ASK (OOK)

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة تضمين الإزاحة السعية ASK (OOK)بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ تضمين الإزاحة السعية ASK (OOK)من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات تضمين الإزاحة السعية ASK (OOK)مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

تضمين الإزاحة الترددية FSK

المفهوم الأساسي: يتناول هذا القسم دراسة تضمين الإزاحة الترددية FSK بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية: يُعدّ تضمين الإزاحة الترددية FSK من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية: تشمل تطبيقات تضمين الإزاحة الترددية FSK مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

تضمين الإزاحة الطورية PSK/QPSK

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة تضمين الإزاحة الطورية PSK/QPSKبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ تضمين الإزاحة الطورية PSK/QPSKمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات تضمين الإزاحة الطورية PSK/QPSKمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

التضمين المتماسك Coherent Detection

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة التضمين المتماسك Coherent Detectionبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ التضمين المتماسك Coherent Detectionمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات التضمين المتماسك Coherent Detectionمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الكفاءة الطيفية لكل تقنية

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة الكفاءة الطيفية لكل تقنية بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ الكفاءة الطيفية لكل تقنية من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات الكفاءة الطيفية لكل تقنية مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الاختبار الذاتي | المحاضرة 18

— Self-Testأجب عن الأسئلة التالية أثناء المحاضرة

س1

ما الكفاءة الطيفية لـ QPSK مقارنة بـ ASK؟

تأملي..... :

س2

كيف يرفع 16-QAM سعة القناة؟

تأملي..... :

س3

ما متطلبات الكشف المتماسك؟

تأملي..... :

المعادلات والمصطلحات الأساسية | المحاضرة 18

المعادلة/الرمز	التعريف	الوحدة
$E = hf$	طاقة الفوتون	جول (J)
$NA = \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)}$	الفتحة العددية	بلا أبعاد
α [dB/km]	معامل الخسارة	دب/كم
$BER = 0.5 \cdot \text{erfc}(Q/\sqrt{2})$	معدل خطأ البت	بلا أبعاد
OSNR = P_s/P_n	نسبة الإشارة للضوضاء	دب
$d = c \cdot t/2$	مسافة LiDAR/ToF	متر

★احفظ هذه المعادلات | راجع وحداتها

التطبيقات العملية | المحاضرة 18: تقنيات التضمين التناظري والرقمي

الطب والجراحة

يُطبَّق تضمين الإزاحة الترددية FSK في الجراحة الليزرية بدقة عالية وقطع الأنسجة دون أضرار جانبية.

الاتصالات البصرية

تُستخدم مفاهيم تضمين الإزاحة السعية ASK (OOK) في شبكات الاتصالات عبر الألياف البصرية وتحقيق معدلات نقل عالية.

الاستشعار والقياس

تقنية LiDAR وأنظمة القياس الدقيق تعتمد على تضمين الإزاحة السعية ASK (OOK) لتحقيق دقة ميكرومترية.

الصناعة والتصنيع

يُستخدم في القطع والحفر الدقيق والمعالجة الصناعية للمواد بكفاءة عالية وتدمير أقل.

الاختبار البعدي | المحاضرة 18

أجب عن الأسئلة التالية بعد انتهاء المحاضرة — Post-Test

س1

قارن ASK وFSK وPSK من حيث الحساسية والكفاءة الطيفية.

الإجابة: .....

س2

ما إجمالي الكفاءة الطيفية لـ DP-16QAM؟

الإجابة: .....

س3

اشرح مبدأ الكشف المتماسك في الاتصالات البصرية.

الإجابة: .....

ملخص المحاضرة | 18تقنيات التضمين التناظري والرقمي

النقاط الرئيسية المُغطّاة في هذه المحاضرة:

- ✓ تضمين الإزاحة السعية ASK (OOK)
- ✓ تضمين الإزاحة الترددية FSK
- ✓ تضمين الإزاحة الطورية PSK/QPSK
- ✓ التضمين المتماسك Coherent Detection
- ✓ الكفاءة الطيفية لكل تقنية

المحاضرة القادمة :مكبرات الصوت الضوئية EDFA

🔑 مفتاح الحلول -القبلي والذاتي |المحاضرة 18

إجابات الاختبار الذاتي:

1. QPSK: 2 bit/s/Hz مقابل 1 bit/s/Hz لـ ASK

2. 4 بتات لكل رمز، ضعف كفاءة QPSK

3. ليزر محلي متماسك مع الإشارة الواردة.

إجابات الاختبار القبلي:

1. ASK (سعوي)، FSK (تردد)، PSK (طور)

2. On-Off Keying: تشغيل وإيقاف الضوء

3. كفاءة طيفية مضاعفة مقارنة بـ BPSK.

⚠️ راجع إجاباتك مع الأستاذ |للحلول التفصيلية انظر الشريحة التالية

مفتاح الحلول -الاختبار البعدي |المحاضرة 18

1

س :قارن ASKو FSKو PSKمن حيث الحساسية والكفاءة الطيفية.

✓

ASK: بسيط لكن غير كفء. FSK: متوسط. PSK: كفاءة أعلى لكن أعقد.

2

س :ما إجمالي الكفاءة الطيفية لـ DP-16QAM؟

✓

DP-16QAM: 8 bit/symbol × 2 استقطاب = 16 bit/sym

3

س :اشرح مبدأ الكشف المتماسك في الاتصالات البصرية.

✓

يضرب الإشارة بليزر محلي لاستخلاص الطور والسعة

✓انتهت المحاضرة | 18المحاضرة القادمة :مكبرات الصوت الضوئية EDFA

المحاضرة 19

مكبرات الصوت الضوئية EDFA

تقنية الليزر والاتصالات البصرية

الأهداف التعليمية | المحاضرة 19: مكبرات الصوت الضوئية EDFA

1. فهم المفاهيم الأساسية لـ :مبدأ عمل EDFA
2. تحليل وشرح :بنية EDFA وعناصره
3. التمييز بين مفاهيم :معامل الضوضاء Noise Figure
4. تطبيق المعادلات المتعلقة بـ :الربح والتشبع في EDFA
5. ربط المحتوى بالتطبيقات العملية في الاتصالات البصرية

الاختبار القبلي | المحاضرة 19

— Pre-Testأجب عن الأسئلة التالية قبل بدء المحاضرة

س1

ما اختصار EDFA؟

الإجابة: .....

س2

ما مادة الدوبينج في ليف EDFA؟

الإجابة: .....

س3

ما نافذة التشغيل الرئيسية لـ EDFA؟

الإجابة: .....

مبدأ عمل EDFA

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة مبدأ عمل EDFAبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ مبدأ عمل EDFAمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات مبدأ عمل EDFAمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

بنية EDFAوعناصره

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة بنية EDFAوعناصره بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ بنية EDFAوعناصره من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات بنية EDFAوعناصره مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

معامل الضوضاء Noise Figure

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة معامل الضوضاء Noise Figureبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ معامل الضوضاء Noise Figureمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات معامل الضوضاء Noise Figureمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الربح والتشبع في EDFA

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة الربح والتشبع في EDFAبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ الربح والتشبع في EDFAمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات الربح والتشبع في EDFAمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الإشارة العشوائية المُضخَّمة ASE

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة الإشارة العشوائية المُضخَّمة ASEبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ الإشارة العشوائية المُضخَّمة ASEمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات الإشارة العشوائية المُضخَّمة ASEمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الاختبار الذاتي | المحاضرة 19

— Self-Testأجب عن الأسئلة التالية أثناء المحاضرة

س1

لماذا يُفضَّل EDFA على المكبرات الكهرونية؟

تأملي..... :

س2

ما تأثير إشارة ASE على جودة الإشارة؟

تأملي..... :

س3

كيف يُحدد معامل ضوضاء EDFA؟

تأملي..... :

المعادلات والمصطلحات الأساسية | المحاضرة 19

المعادلة/الرمز	التعريف	الوحدة
$E = hf$	طاقة الفوتون	جول (J)
$NA = \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)}$	الفتحة العددية	بلا أبعاد
α [dB/km]	معامل الخسارة	دب/كم
$BER = 0.5 \cdot \text{erfc}(Q/\sqrt{2})$	معدل خطأ البت	بلا أبعاد
OSNR = P_s/P_n	نسبة الإشارة للضوضاء	دب
$d = c \cdot t/2$	مسافة LiDAR/ToF	متر

★احفظ هذه المعادلات | راجع وحداتها

التطبيقات العملية | المحاضرة 19: مكبرات الصوت الضوئية EDFA

الطب والجراحة

يُطبَّق بنية EDFA وعناصره في الجراحة الليزرية بدقة عالية وقطع الأنسجة دون أضرار جانبية.

الاتصالات البصرية

تُستخدم مفاهيم مبدأ عمل EDFA في شبكات الاتصالات عبر الألياف البصرية وتحقيق معدلات نقل عالية.

الاستشعار والقياس

تقنية LiDAR وأنظمة القياس الدقيق تعتمد على مبدأ عمل EDFA لتحقيق دقة ميكرومترية.

الصناعة والتصنيع

يُستخدم في القطع والحفر الدقيق والمعالجة الصناعية للمواد بكفاءة عالية وتدمير أقل.

الاختبار البعدي | المحاضرة 19

أجب عن الأسئلة التالية بعد انتهاء المحاضرة — Post-Test

س1

اشرح مبدأ عمل EDFA وبنيته.

الإجابة: .....

س2

احسب SNR بعد تكبير إشارة 0 dBm بربح 20dB ومعامل ضوضاء 5dB.

الإجابة: .....

س3

ما تطبيقات EDFA في شبكات WDM؟

الإجابة: .....

ملخص المحاضرة | 19مكبرات الصوت الضوئية EDFA

النقاط الرئيسية المُغطّاة في هذه المحاضرة:

- ✓ مبدأ عمل EDFA
- ✓ بنية EDFAوعناصره
- ✓ معامل الضوضاء Noise Figure
- ✓ الربح والتشبع في EDFA
- ✓ الإشارة العشوائية المُضخَّمة ASE

المحاضرة القادمة :مكبرات SOAورامان

🔑 مفتاح الحلول -القبلي والذاتي |المحاضرة 19

إجابات الاختبار الذاتي:

1. يُكبّر جميع القنوات معاً دون تحويل إلكتروني

2. تُراكم الضوضاء عبر المسار

3. NF = SNR_in/SNR_out بالديسيبل

إجابات الاختبار القبلي:

1. Erbium-Doped Fiber Amplifier

2. الإربيوم Er^{3+}

3. 1530-1565 نانومتر (حزمة C)

⚠️ راجع إجاباتك مع الأستاذ | للحلول التفصيلية انظر الشريحة التالية

مفتاح الحلول -الاختبار البعدي |المحاضرة 19

1

س :اشرح مبدأ عمل EDFAوبنيته.

✓

ليف مشوب بالإربيوم يُضخ بـ 980nmأو 1480nmلتحقيق انعكاس سكاني

2

س :احسب SNRبعد تكبير إشارة 0 dBmبربح 20dBومعامل ضوضاء 5dB.

✓

SNR_out = P_in + G - NF = 0+20-5 = 15 dB

3

س :ما تطبيقات EDFAفي شبكات WDM؟

✓

تعويض خسائر الإرسال، وصل عدة مقاطع

✓انتهت المحاضرة | 19المحاضرة القادمة :مكبرات SOAورامان

المحاضرة 20

مكبرات SOA ورامان

تقنية الليزر والاتصالات البصرية

الاختبارات | المحتوى | الأهداف التعليمية

الأهداف التعليمية | المحاضرة 20: مكبرات SOA ورامان

1. فهم المفاهيم الأساسية لـ :مكبر أشباه الموصلات SOA
2. تحليل وشرح :مكبر رامان Raman Amplifier
3. التمييز بين مفاهيم :التشتت المحفز Stimulated Raman Scattering
4. تطبيق المعادلات المتعلقة بـ :المقارنة بين EDFA و SOA ورامان
5. ربط المحتوى بالتطبيقات العملية في الاتصالات البصرية

الاختبار القبلي | المحاضرة 20

— Pre-Testأجب عن الأسئلة التالية قبل بدء المحاضرة

س1

ما هو مكبر SOA؟

الإجابة: .....

س2

على ماذا يعتمد مكبر رامان؟

الإجابة: .....

س3

ما أهم عيب في مكبر SOA؟

الإجابة: .....

مكبر أشباه الموصلات SOA

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة مكبر أشباه الموصلات SOAبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ مكبر أشباه الموصلات SOAمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات مكبر أشباه الموصلات SOAمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

مكبر رامان Raman Amplifier

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة مكبر رامان Raman Amplifierبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ مكبر رامان Raman Amplifierمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات مكبر رامان Raman Amplifierمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

التشتت المحفز Stimulated Raman Scattering

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة التشتت المحفز Stimulated Raman Scatteringبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ التشتت المحفز Stimulated Raman Scatteringمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات التشتت المحفز Stimulated Raman Scatteringمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

المقارنة بين EDFAو SOAورامان

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة المقارنة بين EDFAو SOAورامان بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ المقارنة بين EDFAو SOAورامان من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات المقارنة بين EDFAو SOAورامان مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

التطبيقات العملية لكل نوع

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة التطبيقات العملية لكل نوع بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ التطبيقات العملية لكل نوع من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات التطبيقات العملية لكل نوع مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الاختبار الذاتي | المحاضرة 20

— Self-Testأجب عن الأسئلة التالية أثناء المحاضرة

س1

ما مزايا مكبر رامان الموزع؟

تأملي..... :

س2

كيف يختلف مكبر رامان عن EDFAفي البنية؟

تأملي..... :

س3

ما تحدي تشغيل عدة EDFAفي سلسلة؟

تأملي..... :

المعادلات والمصطلحات الأساسية | المحاضرة 20

المعادلة/الرمز	التعريف	الوحدة
$E = hf$	طاقة الفوتون	جول (J)
$NA = \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)}$	الفتحة العددية	بلا أبعاد
α [dB/km]	معامل الخسارة	دب/كم
$BER = 0.5 \cdot \text{erfc}(Q/\sqrt{2})$	معدل خطأ البت	بلا أبعاد
OSNR = P_s/P_n	نسبة الإشارة للضوضاء	دب
$d = c \cdot t/2$	مسافة LiDAR/ToF	متر

★احفظ هذه المعادلات | راجع وحداتها

التطبيقات العملية | المحاضرة 20: مكبرات SOA ورامان

الطب والجراحة

يُطبَّق مكبر رامان Raman Amplifier في الجراحة الليزرية بدقة عالية وقطع الأنسجة دون أضرار جانبية.

الاتصالات البصرية

تُستخدم مفاهيم مكبر أشباه الموصلات SOA في شبكات الاتصالات عبر الألياف البصرية وتحقيق معدلات نقل عالية.

الاستشعار والقياس

تقنية LiDAR وأنظمة القياس الدقيق تعتمد على مكبر أشباه الموصلات SOA لتحقيق دقة ميكرومترية.

الصناعة والتصنيع

يُستخدم في القطع والحفر الدقيق والمعالجة الصناعية للمواد بكفاءة عالية وتدمير أقل.

الاختبار البعدي | المحاضرة 20

أجب عن الأسئلة التالية بعد انتهاء المحاضرة — Post-Test

س1

قارن EDFA وSOA ورامان في جدول شامل.

الإجابة: .....

س2

اشرح مبدأ التشتت المحفز لرامان SRS.

الإجابة: .....

س3

ما الفائدة من دمج EDFA مع رامان في مسار الإرسال؟

الإجابة: .....

ملخص المحاضرة | 20مكبرات SOAورامان

النقاط الرئيسية المُغطّاة في هذه المحاضرة:

- ✓ مكبر أشباه الموصلات SOA
- ✓ مكبر رامان Raman Amplifier
- ✓ التشتت المحفز Stimulated Raman Scattering
- ✓ المقارنة بين EDFAو SOAورامان
- ✓ التطبيقات العملية لكل نوع

المحاضرة القادمة :إرسال متعدد WDM

🔑 مفتاح الحلول -القبلي والذاتي |المحاضرة 20

إجابات الاختبار الذاتي:

1. ينشر التكبير على طول الليف فيقلل ضوضاء ASE

2. رامان يستخدم الليف نفسه بدون وسط إضافي

3. تراكم ASE يُقلّل SNR

إجابات الاختبار القبلي:

1. مكبر ضوئي يعتمد على شبه موصل كوسط تضخيم

2. تشتت رامان في الليف نفسه

3. ضوضاء التقاطع Phase noise وضوضاء التشبع

⚠️ راجع إجاباتك مع الأستاذ |للحلول التفصيلية انظر الشريحة التالية

مفتاح الحلول -الاختبار البعدي |المحاضرة 20

1

س :قارن EDFA وSOAورامان في جدول شامل.

✓

EDFA:ربح 20-40dB، حزمة C. SOA: واسع الحزمة، تكاملي .رامان :موزع، هادئ

2

س :اشرح مبدأ التشتت المحفز لرامان .SRS

✓

فوتون الضخ يُنتج فوتوناً إشارة مُحوَّلاً في التردد بمقدار ترددي رامان

3

س :ما الفائدة من دمج EDFAمع رامان في مسار الإرسال؟

✓

رامان يُقلل الضوضاء المتراكمة بينما EDFAيعوض الخسائر الكبيرة

✅انتهت المحاضرة | 20المحاضرة القادمة :إرسال متعدد WDM

المحاضرة 21

إرسال متعدد WDM

تقنية الليزر والاتصالات البصرية

الأهداف التعليمية | المحاضرة 21: إرسال متعدد WDM

1. فهم المفاهيم الأساسية لـ WDM: مفهوم تعدد الإرسال بتقسيم الطول الموجي

2. تحليل وشرح CWDM vs DWDM:

3. التمييز بين مفاهيم: شبكة DWDM للقنوات ITU-T

4. تطبيق المعادلات المتعلقة بـ: المُعدِّدات والمُفككات (MUX/DEMUX)

5. ربط المحتوى بالتطبيقات العملية في الاتصالات البصرية

الاختبار القبلي | المحاضرة 21

— Pre-Testأجب عن الأسئلة التالية قبل بدء المحاضرة

س1

ما معنى WDM؟

الإجابة: .....

س2

كم قناة يدعم DWDM القياسي عند 50GHz؟

الإجابة: .....

س3

ما الفرق بين CWDM وDWDM؟

الإجابة: .....

مفهوم تعدد الإرسال بتقسيم الطول الموجي WDM

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة مفهوم تعدد الإرسال بتقسيم الطول الموجي WDMبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ مفهوم تعدد الإرسال بتقسيم الطول الموجي WDMمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات مفهوم تعدد الإرسال بتقسيم الطول الموجي WDMمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

CWDM vs DWDM

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة CWDM vs DWDMبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ CWDM vs DWDMمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات CWDM vs DWDMمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

شبكة ITU-Tللقنوات DWDM

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة شبكة ITU-Tللقنوات DWDMبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ شبكة ITU-Tللقنوات DWDMمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات شبكة ITU-Tللقنوات DWDMمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

المُعدِّدات والمُفككات (MUX/DEMUX)

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة المُعدِّدات والمُفككات (MUX/DEMUX)بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ المُعدِّدات والمُفككات (MUX/DEMUX)من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات المُعدِّدات والمُفككات (MUX/DEMUX)مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

فلاتر ورق الملفوف AWG

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة فلاتر ورق الملفوف AWGبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ فلاتر ورق الملفوف AWGمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات فلاتر ورق الملفوف AWGمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الاختبار الذاتي | المحاضرة 21

Self-Test — أجب عن الأسئلة التالية أثناء المحاضرة

س1

كيف يُضاعف WDM سعة الليف؟

تأملي: .....

س2

ما دور AWG في تفكيك قنوات WDM؟

تأملي: .....

س3

ما معدل نمو سعة DWDM عبر الزمن؟

تأملي: .....

المعادلات والمصطلحات الأساسية | المحاضرة 21

المعادلة/الرمز	التعريف	الوحدة
$E = hf$	طاقة الفوتون	جول (J)
$NA = \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)}$	الفتحة العددية	بلا أبعاد
α [dB/km]	معامل الخسارة	دب/كم
$BER = 0.5 \cdot \text{erfc}(Q/\sqrt{2})$	معدل خطأ البت	بلا أبعاد
OSNR = P_s/P_n	نسبة الإشارة للضوضاء	دب
$d = c \cdot t/2$	مسافة LiDAR/ToF	متر

★احفظ هذه المعادلات | راجع وحداتها

التطبيقات العملية | المحاضرة 21: إرسال متعدد WDM

الطب والجراحة

يُطبَّق CWDM vs DWDM في الجراحة الليزرية بدقة عالية وقطع الأنسجة دون أضرار جانبية.

الاتصالات البصرية

تُستخدم مفاهيم مفهوم تعدد الإرسال بتقسيم الطول الموجي WDM في شبكات الاتصالات عبر الألياف البصرية وتحقيق معدلات نقل عالية.

الاستشعار والقياس

تقنية LiDAR وأنظمة القياس الدقيق تعتمد على مفهوم تعدد الإرسال بتقسيم الطول الموجي WDM لتحقيق دقة ميكرومترية.

الصناعة والتصنيع

يُستخدم في القطع والحفر الدقيق والمعالجة الصناعية للمواد بكفاءة عالية وتدمير أقل.

الاختبار البعدي | المحاضرة 21

أجب عن الأسئلة التالية بعد انتهاء المحاضرة — Post-Test

س1

احسب السعة الكلية لنظام DWDM بـ 80 قناة كل منها 100 Gbps.

الإجابة: .....

س2

اشرح بنية شبكة WDM المتعدد إلى المتعدد.

الإجابة: .....

س3

ما تحديات تصميم DWDM؟

الإجابة: .....

ملخص المحاضرة | 21إرسال متعدد WDM

النقاط الرئيسية المُغطّاة في هذه المحاضرة:

- ✓ مفهوم تعدد الإرسال بتقسيم الطول الموجي WDM
- ✓ CWDM vs DWDM
- ✓ شبكة ITU-Tللقنوات DWDM
- ✓ المُعدِّدات والمُفككات (MUX/DEMUX)
- ✓ فلاتر ورق الملفوف AWG

المحاضرة القادمة :أنظمة DWDMالمتقدمة

🔑 مفتاح الحلول -القبلي والذاتي |المحاضرة 21

إجابات الاختبار الذاتي:

1. كل طول موجي يحمل بيانات مستقلة.

2. AWG يفصل كل طول موجي إلى مسار منفصل.

3. تضاعف كل سنتين تقريباً.

إجابات الاختبار القبلي:

1. Wavelength Division Multiplexing

2. حتى 96 قناة.

3. CWDM: 20nm فجوات وأوسع. DWDM: 0.8nm أو 0.4nm

⚠️ راجع إجاباتك مع الأستاذ |للحلول التفصيلية انظر الشريحة التالية

مفتاح الحلول -الاختبار البعدي |المحاضرة 21

1

س :احسب السعة الكلية لنظام DWDMبـ 80قناة كل منها .100 Gbps

✓

80 × 100 = 8 Tbps

2

س :اشرح بنية شبكة WDMالمتعدد إلى المتعدد.

✓

مصادر متعددة ← MUX ←ليف ← DEMUX ←كواشف متعددة

3

س :ما تحديات تصميم DWDM؟

✓

التشتت بين القنوات، خطية الليف، تشابك رامان بين القنوات

✓انتهت المحاضرة | 21المحاضرة القادمة :أنظمة DWDMالمتقدمة

المحاضرة 22

أنظمة DWDM المتقدمة

تقنية الليزر والاتصالات البصرية

الأهداف التعليمية | المحاضرة 22: أنظمة DWDM المتقدمة

1. فهم المفاهيم الأساسية لـ معايير شبكة ITU-T G.694.1:
2. تحليل وشرح :القنوات الافتراضية والبث الطيفي
3. التمييز بين مفاهيم :تعظيم السعة بالتضمين المتقدم DP-QPSK
4. تطبيق المعادلات المتعلقة بـ LD-CVDM :للسعة الفائقة
5. ربط المحتوى بالتطبيقات العملية في الاتصالات البصرية

الاختبار القبلي | المحاضرة 22

— Pre-Testأجب عن الأسئلة التالية قبل بدء المحاضرة

س1 ما معيار ITU-T الشبكة DWDM؟

الإجابة: .....

س2 ما معنى DP-QPSK؟

الإجابة: .....

س3 لماذا تنشأ مشاكل اللاخطية في DWDM؟

الإجابة: .....

معايير شبكة ITU-T G.694.1

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة معايير شبكة ITU-T G.694.1بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ معايير شبكة ITU-T G.694.1من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات معايير شبكة ITU-T G.694.1مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

القنوات الافتراضية والبث الطيفي

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة القنوات الافتراضية والبث الطيفي بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ القنوات الافتراضية والبث الطيفي من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات القنوات الافتراضية والبث الطيفي مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

تعظيم السعة بالتضمين المتقدم DP-QPSK

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة تعظيم السعة بالتضمين المتقدم DP-QPSKبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ تعظيم السعة بالتضمين المتقدم DP-QPSKمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات تعظيم السعة بالتضمين المتقدم DP-QPSKمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

LD-CVDMللسعة الفائقة

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة LD-CVDMللسعة الفائقة بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ LD-CVDMللسعة الفائقة من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات LD-CVDMللسعة الفائقة مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

تحديات اللاخطية في DWDM

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة تحديات اللاخطية في DWDMبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ تحديات اللاخطية في DWDMمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات تحديات اللاخطية في DWDMمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الاختبار الذاتي | المحاضرة 22

Self-Test — أجب عن الأسئلة التالية أثناء المحاضرة

س1

كيف يُضاعف الاستقطاب المزدوج سعة القناة؟

تأملي: .....

س2

ما تأثير XPM في قنوات DWDM؟

تأملي: .....

س3

ما الفرق بين 400G و1T في التضمين المستخدم؟

تأملي: .....

المعادلات والمصطلحات الأساسية | المحاضرة 22

المعادلة/الرمز	التعريف	الوحدة
$E = hf$	طاقة الفوتون	جول (J)
$NA = \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)}$	الفتحة العددية	بلا أبعاد
α [dB/km]	معامل الخسارة	دب/كم
$BER = 0.5 \cdot \text{erfc}(Q/\sqrt{2})$	معدل خطأ البت	بلا أبعاد
OSNR = P_s/P_n	نسبة الإشارة للضوضاء	دب
$d = c \cdot t/2$	مسافة LiDAR/ToF	متر

★احفظ هذه المعادلات | راجع وحداتها

التطبيقات العملية | المحاضرة 22: أنظمة DWDM المتقدمة

الطب والجراحة

يُطبَّق القنوات الافتراضية والبث الطيفي في الجراحة الليزرية بدقة عالية وقطع الأنسجة دون أضرار جانبية.

الاتصالات البصرية

تُستخدم مفاهيم معايير شبكة ITU-T G.694.1 في شبكات الاتصالات عبر الألياف البصرية وتحقيق معدلات نقل عالية.

الاستشعار والقياس

تقنية LiDAR وأنظمة القياس الدقيق تعتمد على معايير شبكة ITU-T G.694.1 لتحقيق دقة ميكرومترية.

الصناعة والتصنيع

يُستخدم في القطع والحفر الدقيق والمعالجة الصناعية للمواد بكفاءة عالية وتدمير أقل.

الاختبار البعدي | المحاضرة 22

أجب عن الأسئلة التالية بعد انتهاء المحاضرة — Post-Test

س1

اشرح مصادر اللاخطية في الألياف وتأثيرها على DWDM.

الإجابة: .....

س2

ما بنية نظام 400G DWDM؟

الإجابة: .....

س3

كيف يعمل DP-16QAM لرفع السعة إلى 1 Tbps؟

الإجابة: .....

ملخص المحاضرة | 22أنظمة DWDMالمتقدمة

النقاط الرئيسية المُغطّاة في هذه المحاضرة:

- ✓ معايير شبكة ITU-T G.694.1
- ✓ القنوات الافتراضية والبث الطيفي
- ✓ تعظيم السعة بالتضمين المتقدم DP-QPSK
- ✓ LD-CVDMللسعة الفائقة
- ✓ تحديات اللاخطية في DWDM

المحاضرة القادمة :مكبرات الشبكة وإدارتها

🔑 مفتاح الحلول -القبلي والذاتي |المحاضرة 22

إجابات الاختبار الذاتي:

1.يُرسل رمزاً مستقلاً على كل استقطاب

2. XPMيُسبب اضطراباً في طور القنوات المجاورة

3. 400G: DP-16QAM. 1T: DP-64QAMأو أكثر

إجابات الاختبار القبلي:

1. G.694.1تحدد شبكة تردد قياسية مرجعها 193.1 THz

2. Dual Polarization Quadrature Phase Shift Keying

3.بسبب شدة الإشارة العالية في وجود عدة قنوات

⚠️راجع إجاباتك مع الأستاذ |للحلول التفصيلية انظر الشريحة التالية

مفتاح الحلول -الاختبار البعدي |المحاضرة 22

1

س :اشرح مصادر اللاخطية في الألياف وتأثيرها على .DWDM

✓

SPM، XPM، FWM: تُشوّه الإشارة وتُحدد مسافة الإرسال

2

س :ما بنية نظام 400G DWDM؟

✓

400G = 4×100G أو DP-16QAM على 75GHz

3

س :كيف يعمل DP-16QAM لرفع السعة إلى 1 Tbps؟

✓

16حالة طور/سعة 2 ×استقطاب 8 =بت/رمز

انتهت المحاضرة | 22المحاضرة القادمة :مكبرات الشبكة وإدارتها

المحاضرة 23

مكبرات الشبكة وإدارتها

تقنية الليزر والاتصالات البصرية

الأهداف التعليمية | المحاضرة 23: مكبرات الشبكة وإدارتها

1. فهم المفاهيم الأساسية لـ: سلسلة EDFA في الشبكة Cascade
2. تحليل وشرح: ضوضاء ASE المتراكمة
3. التمييز بين مفاهيم: التسوية الديناميكية للربح DGE
4. تطبيق المعادلات المتعلقة بـ: إدارة الشبكة البصرية OSNR
5. ربط المحتوى بالتطبيقات العملية في الاتصالات البصرية

الاختبار القبلي | المحاضرة 23

— Pre-Testأجب عن الأسئلة التالية قبل بدء المحاضرة

س1

ما تأثير تسلسل مكبرات EDFA على OSNR؟

الإجابة: .....

س2

ما هو OSNR؟

الإجابة: .....

س3

كيف يُدار الربح في سلسلة المكبرات؟

الإجابة: .....

سلسلة EDFAفي الشبكة Cascade

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة سلسلة EDFAفي الشبكة Cascadeبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ سلسلة EDFAفي الشبكة Cascadeمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات سلسلة EDFAفي الشبكة Cascadeمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

ضوضاء ASEالمتراكمة

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة ضوضاء ASEالمتراكمة بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ ضوضاء ASEالمتراكمة من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات ضوضاء ASEالمتراكمة مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

التسوية الديناميكية للربح DGE

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة التسوية الديناميكية للربح DGEبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ التسوية الديناميكية للربح DGEمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات التسوية الديناميكية للربح DGEمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

إدارة الشبكة البصرية OSNR

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة إدارة الشبكة البصرية OSNRبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ إدارة الشبكة البصرية OSNRمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات إدارة الشبكة البصرية OSNRمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

تخطيط مسار الإشارة في الشبكة

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة تخطيط مسار الإشارة في الشبكة بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ تخطيط مسار الإشارة في الشبكة من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات تخطيط مسار الإشارة في الشبكة مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الاختبار الذاتي | المحاضرة 23

— Self-Testأجب عن الأسئلة التالية أثناء المحاضرة

س1

كيف يتراكم OSNRفي سلسلة nمن المكبرات؟

تأملي: .....

س2

ما دور DGEفي شبكات DWDM؟

تأملي: .....

س3

كيف تؤثر الخسارة غير المتساوية بين القنوات على الشبكة؟

تأملي: .....

المعادلات والمصطلحات الأساسية | المحاضرة 23

المعادلة/الرمز	التعريف	الوحدة
$E = hf$	طاقة الفوتون	جول (J)
$NA = \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)}$	الفتحة العددية	بلا أبعاد
α [dB/km]	معامل الخسارة	دب/كم
$BER = 0.5 \cdot \text{erfc}(Q/\sqrt{2})$	معدل خطأ البت	بلا أبعاد
OSNR = P_s/P_n	نسبة الإشارة للضوضاء	دب
$d = c \cdot t/2$	مسافة LiDAR/ToF	متر

★احفظ هذه المعادلات | راجع وحداتها

التطبيقات العملية | المحاضرة 23: مكبرات الشبكة وإدارتها

الطب والجراحة

يُطبَّق ضوضاء ASEالمتراكمة في الجراحة الليزرية بدقة عالية وقطع الأنسجة دون أضرار جانبية.

الاتصالات البصرية

تُستخدم مفاهيم سلسلة EDFAفي الشبكة Cascadeفي شبكات الاتصالات عبر الألياف البصرية وتحقيق معدلات نقل عالية.

الاستشعار والقياس

تقنية LiDARوأنظمة القياس الدقيق تعتمد على سلسلة EDFAفي الشبكة Cascade لتحقيق دقة ميكرومترية.

الصناعة والتصنيع

يُستخدم في القطع والحفر الدقيق والمعالجة الصناعية للمواد بكفاءة عالية وتدمير أقل.

الاختبار البعدي | المحاضرة 23

أجب عن الأسئلة التالية بعد انتهاء المحاضرة — Post-Test

س1

احسب OSNR بعد 10 مكبرات بربح 20dB ومعامل ضوضاء 5dB لكل منها.

الإجابة: .....

س2

ما آليات التحكم في الربح الديناميكي؟

الإجابة: .....

س3

اشرح مفهوم ميزانية OSNR في تصميم الشبكة.

الإجابة: .....

ملخص المحاضرة | 23مكبرات الشبكة وإدارتها

النقاط الرئيسية المُغطّاة في هذه المحاضرة:

- ✓ سلسلة EDFAفي الشبكة Cascade
- ✓ ضوضاء ASEالمتراكمة
- ✓ التسوية الديناميكية للربح DGE
- ✓ إدارة الشبكة البصرية OSNR
- ✓ تخطيط مسار الإشارة في الشبكة

المحاضرة القادمة :الشبكات الضوئية SONET/SDH

🔑 مفتاح الحلول -القبلي والذاتي |المحاضرة 23

إجابات الاختبار الذاتي:

1. 1/OSNR_total = Σ(1/OSNRi)

2.يُسوّي الربح بين قنوات WDMالمختلفة

3.تؤدي إلى تفاوت في SNRبين القنوات

إجابات الاختبار القبلي:

1.يتراكم ويُقلل من جودة الإشارة

2. Optical Signal-to-Noise Ratio:نسبة الإشارة إلى ضوضاء ASE

3.بتغيير تيار الضخ أو باستخدام رواسم ضوئية

⚠️راجع إجاباتك مع الأستاذ |للحلول التفصيلية انظر الشريحة التالية

مفتاح الحلول -الاختبار البعدي |المحاضرة 23

1

س :احسب OSNRبعد 10مكبرات بربح 20dBومعامل ضوضاء 5dBلكل منها.

✓

OSNR = P_signal/(n × P_ASE) ≈ P_in - NF - 10log(n) = 0-5-10 = -15 dBmنسبياً

2

س :ما آليات التحكم في الربح الديناميكي؟

✓

VOA، تعديل تيار الضخ، تصفية متكيفة

3

س :اشرح مفهوم ميزانية OSNRفي تصميم الشبكة.

✓

أدنى OSNRمطلوب + OSNR_required =هامش

المحاضرة 24

الشبكات الضوئية SONET/SDH

تقنية الليزر والاتصالات البصرية

الأهداف التعليمية | المحاضرة 24: الشبكات الضوئية SONET/SDH

1. فهم المفاهيم الأساسية لـ :مفهوم SONETوSDH
2. تحليل وشرح :التسلسل الهرمي للسرعات OC/STM
3. التمييز بين مفاهيم :الإطار الزمني لـ SDH
4. تطبيق المعادلات المتعلقة بـ :إدارة الشبكة وتحديد المسار
5. ربط المحتوى بالتطبيقات العملية في الاتصالات البصرية

الاختبار القبلي | المحاضرة 24

— Pre-Testأجب عن الأسئلة التالية قبل بدء المحاضرة

س1

ما اختصار SONETوSDH؟

الإجابة: .....

س2

ما سرعة OC-48؟

الإجابة: .....

س3

ما معنى STM-1؟

الإجابة: .....

مفهوم SONETوSDH

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة مفهوم SONETو SDHبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ مفهوم SONETو SDHمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات مفهوم SONETو SDHمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

التسلسل الهرمي للسرعات OC/STM

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة التسلسل الهرمي للسرعات OC/STMبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ التسلسل الهرمي للسرعات OC/STMمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات التسلسل الهرمي للسرعات OC/STMمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الإطار الزمني لـ SDH

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة الإطار الزمني لـ SDHبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ الإطار الزمني لـ SDHمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات الإطار الزمني لـ SDHمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

إدارة الشبكة وتحديد المسار

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة إدارة الشبكة وتحديد المسار بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ إدارة الشبكة وتحديد المسار من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات إدارة الشبكة وتحديد المسار مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

مزايا SDH على PDH

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة مزايا SDH على PDH بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ مزايا SDH على PDH من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات مزايا SDH على PDH مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الاختبار الذاتي | المحاضرة 24

— Self-Testأجب عن الأسئلة التالية أثناء المحاضرة

س1

كيف يدعم SONET التعافي الذاتي من الأعطال؟

تأملي..... :

س2

ما الفرق بين SDH وOTH؟

تأملي..... :

س3

كيف يتحقق تزامن الشبكة في SDH؟

تأملي..... :

المعادلات والمصطلحات الأساسية | المحاضرة 24

المعادلة/الرمز	التعريف	الوحدة
$E = hf$	طاقة الفوتون	جول (J)
$NA = \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)}$	الفتحة العددية	بلا أبعاد
α [dB/km]	معامل الخسارة	دب/كم
$BER = 0.5 \cdot \text{erfc}(Q/\sqrt{2})$	معدل خطأ البت	بلا أبعاد
OSNR = P_s/P_n	نسبة الإشارة للضوضاء	دب
$d = c \cdot t/2$	مسافة LiDAR/ToF	متر

★احفظ هذه المعادلات | راجع وحداتها

التطبيقات العملية | المحاضرة 24: الشبكات الضوئية SONET/SDH

الطب والجراحة

يُطبَّق التسلسل الهرمي للسرعات OC/STM في الجراحة الليزرية بدقة عالية وقطع الأنسجة دون أضرار جانبية.

الاتصالات البصرية

تُستخدم مفاهيم مفهوم SONET وSDH في شبكات الاتصالات عبر الألياف البصرية وتحقيق معدلات نقل عالية.

الاستشعار والقياس

تقنية LiDAR وأنظمة القياس الدقيق تعتمد على مفهوم SONET وSDH لتحقيق دقة ميكرومترية.

الصناعة والتصنيع

يُستخدم في القطع والحفر الدقيق والمعالجة الصناعية للمواد بكفاءة عالية وتدمير أقل.

الاختبار البعدي | المحاضرة 24

أجب عن الأسئلة التالية بعد انتهاء المحاضرة — Post-Test

س1

رسم التسلسل الهرمي لـ SONET من OC-1 إلى OC-192.

الإجابة: .....

س2

ما خصائص إطار STM-1؟

الإجابة: .....

س3

كيف يتم التعافي في حلقة SONET ذات اتجاهين؟

الإجابة: .....

ملخص المحاضرة | 24الشبكات الضوئية SONET/SDH

النقاط الرئيسية المُغطّاة في هذه المحاضرة:

- ✓ مفهوم SONETوSDH
- ✓ التسلسل الهرمي للسرعات OC/STM
- ✓ الإطار الزمني لـ SDH
- ✓ إدارة الشبكة وتحديد المسار
- ✓ مزايا SDHعلى PDH

المحاضرة القادمة :شبكات FTTxوالوصول الضوئي

🔑 مفتاح الحلول -القبلي والذاتي |المحاضرة 24

إجابات الاختبار الذاتي:

1.بإعادة توجيه الإشارة عبر المسار البديل خلال 50ms

2. OTH أحدث ويضيف تصحيح أخطاء FECوالمرونة

3.بمزامنة الساعة من مصدر مرجعي موزع

إجابات الاختبار القبلي:

1. Synchronous Optical Network / Synchronous Digital Hierarchy

2. 2.5 Gbps (48 × 51.84 Mbps)

3. 155.52 Mbps، الوحدة الأساسية لـ SDH

⚠️راجع إجاباتك مع الأستاذ |للحلول التفصيلية انظر الشريحة التالية

مفتاح الحلول -الاختبار البعدي |المحاضرة 24

1

س :رسم التسلسل الهرمي لـ SONETمن OC-1إلى .OC-192

✓

OC-192=10Gbps ،OC-48=2.5Gbps ،OC-12=622Mbps ،OC-3=155Mbps ،OC-1=51.84Mbps

2

س :ما خصائص إطار STM-1؟

✓

9صفوف 270 ×عمود 2430 =بايت في 125ميكروثانية

3

س :كيف يتم التعافي في حلقة SONETذات اتجاهين؟

✓

في الكسر 50msيتم التبديل للمسار الاحتياطي

✓انتهت المحاضرة | 24المحاضرة القادمة :شبكات FTTxوالوصول الضوئي

المحاضرة 25

شبكات FTTx والوصول الضوئي

تقنية الليزر والاتصالات البصرية

الأهداف التعليمية | المحاضرة 25: شبكات FTTx والوصول الضوئي

1. فهم المفاهيم الأساسية لـ: مفهوم FTTx: FTTH، FTTB، FTTC
2. تحليل وشرح: الشبكة الضوئية السلبية PON
3. التمييز بين مفاهيم: بنية GPON وXGS-PON
4. تطبيق المعادلات المتعلقة بـ: التقسيم بالوقت TDM-PON
5. ربط المحتوى بالتطبيقات العملية في الاتصالات البصرية

الاختبار القبلي | المحاضرة 25

— Pre-Testأجب عن الأسئلة التالية قبل بدء المحاضرة

س1

ما معنى FTTH؟

الإجابة: .....

س2

ما الفرق بين الشبكة النشطة والسلبية؟

الإجابة: .....

س3

ما معدل بيانات GPON؟

الإجابة: .....

مفهوم FTTH :FTTx، FTTB، FTTC

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة مفهوم FTTH :FTTx، FTTB، FTTCبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ مفهوم FTTH :FTTx، FTTB، FTTCمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات مفهوم FTTH :FTTx، FTTB، FTTCمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الشبكة الضوئية السلبية PON

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة الشبكة الضوئية السلبية PONبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ الشبكة الضوئية السلبية PONمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات الشبكة الضوئية السلبية PONمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

بنية GPONوXGS-PON

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة بنية GPONو XGS-PONبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ بنية GPONو XGS-PONمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات بنية GPONو XGS-PONمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

التقسيم بالوقت TDM-PON

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة التقسيم بالوقت TDM-PONبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ التقسيم بالوقت TDM-PONمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات التقسيم بالوقت TDM-PONمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

تحديات توزيع FTTx

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة تحديات توزيع FTTxبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ تحديات توزيع FTTxمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات تحديات توزيع FTTxمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الاختبار الذاتي | المحاضرة 25

Self-Test — أجب عن الأسئلة التالية أثناء المحاضرة

س1

لماذا تُفضَّل PON على الشبكات النجمية في الوصول؟

تأملي: .....

س2

كيف تتشارك عدة منازل نفس الليف في PON؟

تأملي: .....

س3

ما معدل بيانات XGS-PON؟

تأملي: .....

المعادلات والمصطلحات الأساسية | المحاضرة 25

المعادلة/الرمز	التعريف	الوحدة
$E = hf$	طاقة الفوتون	جول (J)
$NA = \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)}$	الفتحة العددية	بلا أبعاد
α [dB/km]	معامل الخسارة	دب/كم
$BER = 0.5 \cdot erfc(Q/\sqrt{2})$	معدل خطأ البت	بلا أبعاد
$OSNR = P_s/P_n$	نسبة الإشارة للضوضاء	دب
$d = c \cdot t/2$	مسافة LiDAR/ToF	متر

★احفظ هذه المعادلات | راجع وحداتها

التطبيقات العملية | المحاضرة 25: شبكات FTTx والوصول الضوئي

الطب والجراحة

يُطبَّق الشبكة الضوئية السلبية PON في الجراحة الليزرية بدقة عالية وقطع الأنسجة دون أضرار جانبية.

الاتصالات البصرية

تُستخدم مفاهيم مفهوم FTTx: FTTH، FTTB، FTTC في شبكات الاتصالات عبر الألياف البصرية وتحقيق معدلات نقل عالية.

الاستشعار والقياس

تقنية LiDAR وأنظمة القياس الدقيق تعتمد على مفهوم FTTx: FTTH، FTTB، FTTC لتحقيق دقة ميكرومترية.

الصناعة والتصنيع

يُستخدم في القطع والحفر الدقيق والمعالجة الصناعية للمواد بكفاءة عالية وتدمير أقل.

الاختبار البعدي | المحاضرة 25

أجب عن الأسئلة التالية بعد انتهاء المحاضرة — Post-Test

س1

اشرح بنية GPON وكيفية تقسيم الحزمة الهابطة.

الإجابة: .....

س2

قارن GPON وXGS-PON وNG-PON2.

الإجابة: .....

س3

ما تحديات نشر FTTH على نطاق واسع؟

الإجابة: .....

ملخص المحاضرة | 25شبكات FTTxوالوصول الضوئي

النقاط الرئيسية المُغطّاة في هذه المحاضرة:

- ✓ مفهوم FTTx: FTTH، FTTB، FTTC
- ✓ الشبكة الضوئية السلبية PON
- ✓ بنية GPONوXGS-PON
- ✓ التقسيم بالوقت TDM-PON
- ✓ تحديات توزيع FTTx

المحاضرة القادمة :شبكات الضوء التلقائية ROADMs

🔑 مفتاح الحلول -القبلي والذاتي |المحاضرة 25

إجابات الاختبار الذاتي:

1. تكلفة أقل وصيانة أبسط.

2. عبر مقسّمات ضوئية بصرية (Splitters) سلبية.

3. 10 Gbps متماثل

إجابات الاختبار القبلي:

1. Fiber To The Home

2. السلبية لا تحتاج طاقة في نقاط الشبكة الوسيطة.

3. 2.5 Gbps هابط، 1.25 Gbps صاعد

⚠️ راجع إجاباتك مع الأستاذ |للحلول التفصيلية انظر الشريحة التالية

مفتاح الحلول -الاختبار البعدي |المحاضرة 25

1

س :اشرح بنية GPONوكيفية تقسيم الحزمة الهابطة.

✓

OLT → Splitter 1:32 → ONT، الهابط :بث .TDMالصاعدTDMA :

2

س :قارن GPONو XGS-PONو.NG-PON2

✓

GPON: 2.5G. XGS-PON: 10G. NG-PON2: 40Gمجموع

3

س :ما تحديات نشر FTTHعلى نطاق واسع؟

✓

تكلفة الحفر، إدارة المشتركين، التوافق مع الأجهزة القديمة

✓انتهت المحاضرة | 25المحاضرة القادمة :شبكات الضوء التلقائية ROADMs

المحاضرة 26

شبكات الضوء التلقائية ROADMs

تقنية الليزر والاتصالات البصرية

الأهداف التعليمية | المحاضرة 26: شبكات الضوء التلقائية ROADMs

1. فهم المفاهيم الأساسية لـ: مفهوم OADM وROADM
2. تحليل وشرح: بنية ROADM بالمُوجِّه الضوئي WSS
3. التمييز بين مفاهيم: أنواع ROADMs ودرجات الحرية
4. تطبيق المعادلات المتعلقة بـ: التوجيه والتعيين الطيفي RSA
5. ربط المحتوى بالتطبيقات العملية في الاتصالات البصرية

الاختبار القبلي | المحاضرة 26

أجب عن الأسئلة التالية قبل بدء المحاضرة — Pre-Test

س1 ما معنى ROADM؟

الإجابة: .....

س2 ما وظيفة WSS في الشبكة؟

الإجابة: .....

س3 ما الفرق بين OADM الثابت والمتغير؟

الإجابة: .....

مفهوم OADMوROADM

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة مفهوم OADMو ROADMبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ مفهوم OADMو ROADMمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات مفهوم OADMو ROADMمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

بنية ROADMبالمُوجِّه الضوئي WSS

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة بنية ROADMبالمُوجِّه الضوئي WSSبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ بنية ROADMبالمُوجِّه الضوئي WSSمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات بنية ROADMبالمُوجِّه الضوئي WSSمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

أنواع ROADMsودرجات الحرية

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة أنواع ROADMsودرجات الحرية بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ أنواع ROADMsودرجات الحرية من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات أنواع ROADMsودرجات الحرية مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

التوجيه والتعيين الطيفي RSA

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة التوجيه والتعيين الطيفي RSAبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ التوجيه والتعيين الطيفي RSAمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات التوجيه والتعيين الطيفي RSAمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

شبكة النقل البصري OTN

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة شبكة النقل البصري OTNبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ شبكة النقل البصري OTNمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات شبكة النقل البصري OTNمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الاختبار الذاتي | المحاضرة 26

— Self-Testأجب عن الأسئلة التالية أثناء المحاضرة

س1

ما مزايا ROADM على OADM الثابت؟

تأملي..... :

س2

كيف يُنفَّذ التوجيه الطيفي RSA في ROADM؟

تأملي..... :

س3

ما دور OTN في إدارة الشبكة؟

تأملي..... :

المعادلات والمصطلحات الأساسية | المحاضرة 26

المعادلة/الرمز	التعريف	الوحدة
$E = hf$	طاقة الفوتون	جول (J)
$NA = \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)}$	الفتحة العددية	بلا أبعاد
α [dB/km]	معامل الخسارة	دب/كم
$BER = 0.5 \cdot erfc(Q/\sqrt{2})$	معدل خطأ البت	بلا أبعاد
$OSNR = P_s/P_n$	نسبة الإشارة للضوضاء	دب
$d = c \cdot t/2$	مسافة LiDAR/ToF	متر

★احفظ هذه المعادلات | راجع وحداتها

التطبيقات العملية |المحاضرة 26: شبكات الضوء التلقائية ROADMs

الطب والجراحة

يُطبَّق بنية ROADM بالمُوجِّه الضوئي WSS في الجراحة الليزرية بدقة عالية وقطع الأنسجة دون أضرار جانبية.

الاتصالات البصرية

تُستخدم مفاهيم مفهوم OADM و ROADM في شبكات الاتصالات عبر الألياف البصرية وتحقيق معدلات نقل عالية.

الاستشعار والقياس

تقنية LiDAR وأنظمة القياس الدقيق تعتمد على مفهوم OADM و ROADM لتحقيق دقة ميكرومترية.

الصناعة والتصنيع

يُستخدم في القطع والحفر الدقيق والمعالجة الصناعية للمواد بكفاءة عالية وتدمير أقل.

الاختبار البعدي | المحاضرة 26

أجب عن الأسئلة التالية بعد انتهاء المحاضرة — Post-Test

س1

اشرح بنية عقدة ROADM كاملة ووظائفها.

الإجابة: .....

س2

ما تحديات الشبكة البصرية القابلة للتكيف؟

الإجابة: .....

س3

كيف يتم تخصيص الأطوال الموجية ديناميكياً في ROADM؟

الإجابة: .....

ملخص المحاضرة | 26شبكات الضوء التلقائية ROADMs

النقاط الرئيسية المُغطّاة في هذه المحاضرة:

- ✓ مفهوم OADMوROADM
- ✓ بنية ROADMبالمُوجّه الضوئي WSS
- ✓ أنواع ROADMsودرجات الحرية
- ✓ التوجيه والتعيين الطيفي RSA
- ✓ شبكة النقل البصري OTN

المحاضرة القادمة :الاتصالات الضوئية في الفضاء الحر FSO

🔑 مفتاح الحلول -القبلي والذاتي |المحاضرة 26

إجابات الاختبار الذاتي:

1.مرونة في إضافة/سحب أي طول موجي عن بُعد

2.برمجة WSSالتوجيه الطيف المطلوب

3.يوفر طبقة إدارة فوق الطبقة الضوئية

إجابات الاختبار القبلي:

1. Reconfigurable Optical Add-Drop Multiplexer

2.يُوجّه أطوالاً موجية محددة إلى منافذ مختلفة

3. OADMالثابت يُضاف ويُسحب طيف ثابت، ROADMقابل للبرمجة

⚠️راجع إجاباتك مع الأستاذ |للحلول التفصيلية انظر الشريحة التالية

مفتاح الحلول -الاختبار البعدي |المحاضرة 26

1

س :اشرح بنية عقدة ROADMكاملة ووظائفها.

✓

← DEMUX ← WSS ← MUX ← EDFAالكواشف والمصادر مع بوابة التحكم

2

س :ما تحديات الشبكة البصرية القابلة للتكيف؟

✓

إدارة التداخل بين القنوات، الطاقة، الإشارات غير الخطية

3

س :كيف يتم تخصيص الأطوال الموجية ديناميكياً في ROADM؟

✓

عبر بروتوكول GMPLSأو شبكة تحكم SDN

✓انتهت المحاضرة | 26المحاضرة القادمة :الاتصالات الضوئية في الفضاء الحر FSO

المحاضرة 27

الاتصالات الضوئية في الفضاء الحر FSO

تقنية الليزر والاتصالات البصرية

الأهداف التعليمية | المحاضرة 27: الاتصالات الضوئية في الفضاء الحر FSO

1. فهم المفاهيم الأساسية لـ :مبدأ FSOوتطبيقاته
2. تحليل وشرح :تأثير الغلاف الجوي على FSO
3. التمييز بين مفاهيم :نماذج التفريغ الجوي
4. تطبيق المعادلات المتعلقة بـ :أنظمة تتبع الحزمة Beam Tracking
5. ربط المحتوى بالتطبيقات العملية في الاتصالات البصرية

الاختبار القبلي | المحاضرة 27

— Pre-Testأجب عن الأسئلة التالية قبل بدء المحاضرة

س1

ما هو FSO؟

الإجابة: .....

س2

ما أكبر تحدٍ لنظام FSO؟

الإجابة: .....

س3

ما الطول الموجي الشائع لـ FSO؟

الإجابة: .....

مبدأ FSOوتطبيقاته

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة مبدأ FSOوتطبيقاته بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ مبدأ FSOوتطبيقاته من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات مبدأ FSOوتطبيقاته مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

تأثير الغلاف الجوي على FSO

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة تأثير الغلاف الجوي على FSOبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ تأثير الغلاف الجوي على FSOمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات تأثير الغلاف الجوي على FSOمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

نماذج التفريغ الجوي

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة نماذج التفريغ الجوي بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ نماذج التفريغ الجوي من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات نماذج التفريغ الجوي مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

أنظمة تتبع الحزمة Beam Tracking

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة أنظمة تتبع الحزمة Beam Trackingبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ أنظمة تتبع الحزمة Beam Trackingمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات أنظمة تتبع الحزمة Beam Trackingمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

مقارنة FSOبالراديو والليف

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة مقارنة FSOبالراديو والليف بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ مقارنة FSOبالراديو والليف من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات مقارنة FSOبالراديو والليف مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الاختبار الذاتي | المحاضرة 27

— Self-Testأجب عن الأسئلة التالية أثناء المحاضرة

س1

كيف يؤثر الضباب على نظام FSO؟

تأملي..... :

س2

ما دور أنظمة التتبع في FSO؟

تأملي..... :

س3

ما أبرز تطبيقات FSO التجارية؟

تأملي..... :

المعادلات والمصطلحات الأساسية | المحاضرة 27

المعادلة/الرمز	التعريف	الوحدة
$E = hf$	طاقة الفوتون	جول (J)
$NA = \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)}$	الفتحة العددية	بلا أبعاد
α [dB/km]	معامل الخسارة	دب/كم
$BER = 0.5 \cdot \text{erfc}(Q/\sqrt{2})$	معدل خطأ البت	بلا أبعاد
OSNR = P_s/P_n	نسبة الإشارة للضوضاء	دب
$d = c \cdot t/2$	مسافة LiDAR/ToF	متر

★احفظ هذه المعادلات | راجع وحداتها

التطبيقات العملية | المحاضرة 27: الاتصالات الضوئية في الفضاء الحر FSO

الطب والجراحة

يُطبَّق تأثير الغلاف الجوي على FSO في الجراحة الليزرية بدقة عالية وقطع الأنسجة دون أضرار جانبية.

الاتصالات البصرية

تُستخدم مفاهيم مبدأ FSO وتطبيقاته في شبكات الاتصالات عبر الألياف البصرية وتحقيق معدلات نقل عالية.

الاستشعار والقياس

تقنية LiDAR وأنظمة القياس الدقيق تعتمد على مبدأ FSO وتطبيقاته لتحقيق دقة ميكرومترية.

الصناعة والتصنيع

يُستخدم في القطع والحفر الدقيق والمعالجة الصناعية للمواد بكفاءة عالية وتدمير أقل.

الاختبار البعدي | المحاضرة 27

أجب عن الأسئلة التالية بعد انتهاء المحاضرة — Post-Test

س1

احسب خسارة الانتشار لنظام FSO على مسافة 1كم في ضباب كثيف (خسارة 20 dB/km).

الإجابة: .....

س2

قارن FSO بالألياف البصرية وراديو المايكروويف.

الإجابة: .....

س3

ما تقنيات تعويض الاضطرابات الجوية في FSO؟

الإجابة: .....

ملخص المحاضرة | 27الاتصالات الضوئية في الفضاء الحر FSO

النقاط الرئيسية المُغطّاة في هذه المحاضرة:

- ✓ مبدأ FSOوتطبيقاته
- ✓ تأثير الغلاف الجوي على FSO
- ✓ نماذج التفريغ الجوي
- ✓ أنظمة تتبع الحزمة Beam Tracking
- ✓ مقارنة FSOبالراديو والليف

المحاضرة القادمة :قياس المسافات بالليزر واللايدار

🔑 مفتاح الحلول -القبلي والذاتي |المحاضرة 27

إجابات الاختبار الذاتي:

1.يُقلل المسافة بشكل كبير، خسارة 20-300 dB/km في الضباب الكثيف

2.تُحافظ على توجيه الشعاع نحو المستقبل

3.الوصل بين المباني في المدن، الأقمار الصناعية

إجابات الاختبار القبلي:

1. Free Space Optical Communication: اتصالات ضوئية بدون ليف

2.الاضطرابات الجوية والضباب والمطر

3. 850 نانومتر أو 1550 نانومتر

⚠️ راجع إجاباتك مع الأستاذ |للحلول التفصيلية انظر الشريحة التالية

مفتاح الحلول -الاختبار البعدي |المحاضرة 27

1

س :احسب خسارة الانتشار لنظام FSOعلى مسافة 1كم في ضباب كثيف)خسارة .(20 dB/km

✓

الخسارة dB 20 = 1 × 20 =

2

س :قارن FSOبالألياف البصرية وراديو المايكروويف.

✓

FSO:نطاق عالٍ، لكن حساس للطقس .الليف :موثوق وبعيد المدى .مايكروويف :أوسع تغطية

3

س :ما تقنيات تعويض الاضطرابات الجوية في FSO؟

✓

تنوع المسار، تعديل الشدة التكيفي، فتحات متعددة MIMO

✓انتهت المحاضرة | 27المحاضرة القادمة :قياس المسافات بالليزر واللايدار

المحاضرة 28

قياس المسافات بالليزر واللايدار

تقنية الليزر والاتصالات البصرية

الأهداف التعليمية | المحاضرة 28: قياس المسافات بالليزر واللايدار

1. فهم المفاهيم الأساسية لـ LiDAR: مبدأ LiDAR وأنواعه
2. تحليل وشرح: قياس المسافات بالوقت ToF
3. التمييز بين مفاهيم LiDAR: الموجي المستمر FMCW
4. تطبيق المعادلات المتعلقة بـ LiDAR: تطبيقات LiDAR: سيارات ذاتية، خرائط
5. ربط المحتوى بالتطبيقات العملية في الاتصالات البصرية

الاختبار القبلي | المحاضرة 28

— Pre-Testأجب عن الأسئلة التالية قبل بدء المحاضرة

س1

ما معنى LiDAR؟

الإجابة: .....

س2

كيف يقيس LiDAR المسافة؟

الإجابة: .....

س3

ما الطول الموجي الشائع في LiDAR للسيارات؟

الإجابة: .....

مبدأ LiDARوأنواعه

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة مبدأ LiDARوأنواعه بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ مبدأ LiDARوأنواعه من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات مبدأ LiDARوأنواعه مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

قياس المسافات بالوقت ToF

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة قياس المسافات بالوقت ToFبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ قياس المسافات بالوقت ToFمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات قياس المسافات بالوقت ToFمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

LiDARالموجي المستمر FMCW

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة LiDARالموجي المستمر FMCWبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ LiDARالموجي المستمر FMCWمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات LiDARالموجي المستمر FMCWمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

تطبيقات LiDAR: سيارات ذاتية، خرائط

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة تطبيقات LiDAR: سيارات ذاتية، خرائط بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ تطبيقات LiDAR: سيارات ذاتية، خرائط من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات تطبيقات LiDAR: سيارات ذاتية، خرائط مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

مقارنة LiDARبالرادار

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة مقارنة LiDARبالرادار بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ مقارنة LiDARبالرادار من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات مقارنة LiDARبالرادار مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الاختبار الذاتي | المحاضرة 28

— Self-Testأجب عن الأسئلة التالية أثناء المحاضرة

س1

ما مزايا LiDARعلى الرادار في السيارات الذاتية؟

تأملي..... :

س2

كيف يعمل FMCW LiDAR؟

تأملي..... :

س3

ما أبرز تحديات LiDARفي الوقت الحالي؟

تأملي..... :

المعادلات والمصطلحات الأساسية | المحاضرة 28

المعادلة/الرمز	التعريف	الوحدة
$E = hf$	طاقة الفوتون	جول (J)
$NA = \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)}$	الفتحة العددية	بلا أبعاد
α [dB/km]	معامل الخسارة	دب/كم
$BER = 0.5 \cdot \text{erfc}(Q/\sqrt{2})$	معدل خطأ البت	بلا أبعاد
$OSNR = P_s/P_n$	نسبة الإشارة للضوضاء	دب
$d = c \cdot t/2$	مسافة LiDAR/ToF	متر

★احفظ هذه المعادلات | راجع وحداتها

التطبيقات العملية | المحاضرة 28: قياس المسافات بالليزر واللايدار

الطب والجراحة

يُطبَّق قياس المسافات بالوقت ToF في الجراحة الليزرية بدقة عالية وقطع الأنسجة دون أضرار جانبية.

الاتصالات البصرية

تُستخدم مفاهيم مبدأ LiDAR وأنواعه في شبكات الاتصالات عبر الألياف البصرية وتحقيق معدلات نقل عالية.

الاستشعار والقياس

تقنية LiDAR وأنظمة القياس الدقيق تعتمد على مبدأ LiDAR وأنواعه لتحقيق دقة ميكرومترية.

الصناعة والتصنيع

يُستخدم في القطع والحفر الدقيق والمعالجة الصناعية للمواد بكفاءة عالية وتدمير أقل.

الاختبار البعدي | المحاضرة 28

أجب عن الأسئلة التالية بعد انتهاء المحاضرة — Post-Test

س1

احسب المسافة المقيسة إذا كان زمن العبور 200 نانوثانية.

الإجابة: .....

س2

قارن بين LiDAR و RADAR وكاميرا لنظام القيادة الذاتية.

الإجابة: .....

س3

اشرح كيف يبني LiDAR خريطة ثلاثية الأبعاد.

الإجابة: .....

ملخص المحاضرة | 28قياس المسافات بالليزر واللايدار

النقاط الرئيسية المُغطّاة في هذه المحاضرة:

- ✓ مبدأ LiDARوأنواعه
- ✓ قياس المسافات بالوقت ToF
- ✓ LiDARالموجي المستمر FMCW
- ✓ تطبيقات LiDAR: سيارات ذاتية، خرائط
- ✓ مقارنة LiDARبالرادار

المحاضرة القادمة :الاتصالات الليزرية عبر الأقمار الصناعية

🔑 مفتاح الحلول -القبلي والذاتي |المحاضرة 28

إجابات الاختبار الذاتي:

1.دقة أعلى وخريطة ثلاثية الأبعاد

2.يُرسل موجة جيبية وتُقيس تردد التحول الدوبلري

3.التكلفة العالية والحجم وحساسية الطقس

إجابات الاختبار القبلي:

1. Light Detection And Ranging

2.يقيس زمن الذهاب والإياب للنبضة الضوئية ToF

3. 905نانومتر أو 1550نانومتر

⚠️راجع إجاباتك مع الأستاذ |للحلول التفصيلية انظر الشريحة التالية

مفتاح الحلول -الاختبار البعدي |المحاضرة 28

1

س :احسب المسافة المقيسة إذا كان زمن العبور 200نانوثانية.

✓

d = c×t/2 = 3×10⁸×200×10⁻⁹/2 = 30متر

2

س :قارن بين LiDARو RADARوكاميرا لنظام القيادة الذاتية.

✓

LiDAR: دقة ثلاثية الأبعاد .RADAR: مناخي موثوق .كاميرا :رخيصة لكن تحتاج معالجة

3

س :اشرح كيف يبني LiDARخريطة ثلاثية الأبعاد.

✓

بالمسح بشعاع دوار وتسجيل التوابث المُعادة

✓انتهت المحاضرة | 28المحاضرة القادمة :الاتصالات الليزرية عبر الأقمار الصناعية

المحاضرة 29

الاتصالات الليزرية عبر الأقمار الصناعية

تقنية الليزر والاتصالات البصرية

الأهداف التعليمية | المحاضرة 29: الاتصالات الليزرية عبر الأقمار الصناعية

1. فهم المفاهيم الأساسية لـ :روابط الاتصال بين الأقمار ISL
2. تحليل وشرح :روابط الأرض-القمر Ground-to-Satellite
3. التمييز بين مفاهيم :تحديات الرابط الفضائي (Doppler, Pointing)
4. تطبيق المعادلات المتعلقة بـ :نظام تتبع الشعاع الضيق BPAS
5. ربط المحتوى بالتطبيقات العملية في الاتصالات البصرية

الاختبار القبلي | المحاضرة 29

— Pre-Testأجب عن الأسئلة التالية قبل بدء المحاضرة

س1

ما هو ISL؟

الإجابة: .....

س2

ما أكبر تحدٍ للاتصال الليزري مع الأقمار؟

الإجابة: .....

س3

لماذا الليزر أفضل من الراديو للأقمار؟

الإجابة: .....

روابط الاتصال بين الأقمار ISL

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة روابط الاتصال بين الأقمار ISLبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ روابط الاتصال بين الأقمار ISLمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات روابط الاتصال بين الأقمار ISLمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

روابط الأرض-القمر Ground-to-Satellite

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة روابط الأرض-القمر Ground-to-Satelliteبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ روابط الأرض-القمر Ground-to-Satelliteمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات روابط الأرض-القمر Ground-to-Satelliteمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

تحديات الرابط الفضائي (Doppler, Pointing)

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة تحديات الرابط الفضائي (Doppler, Pointing)بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ تحديات الرابط الفضائي (Doppler, Pointing)من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات تحديات الرابط الفضائي (Doppler, Pointing)مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

نظام تتبع الشعاع الضيق BPAS

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة نظام تتبع الشعاع الضيق BPASبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ نظام تتبع الشعاع الضيق BPASمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات نظام تتبع الشعاع الضيق BPASمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

مشاريع SpaceX/Tesatوالاتصالات الفضائية

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة مشاريع SpaceX/Tesatوالاتصالات الفضائية بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ مشاريع SpaceX/Tesatوالاتصالات الفضائية من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات مشاريع SpaceX/Tesatوالاتصالات الفضائية مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الاختبار الذاتي | المحاضرة 29

— Self-Testأجب عن الأسئلة التالية أثناء المحاضرة

س1

كيف يُعوَّض تأثير دوبلر في روابط الأقمار؟

تأملي..... :

س2

ما أهمية تضييق الشعاع في الاتصال الفضائي؟

تأملي..... :

س3

ما أبرز مشاريع ISL الحالية؟

تأملي..... :

المعادلات والمصطلحات الأساسية | المحاضرة 29

المعادلة/الرمز	التعريف	الوحدة
$E = hf$	طاقة الفوتون	جول (J)
$NA = \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)}$	الفتحة العددية	بلا أبعاد
α [dB/km]	معامل الخسارة	دب/كم
$BER = 0.5 \cdot \text{erfc}(Q/\sqrt{2})$	معدل خطأ البت	بلا أبعاد
$OSNR = P_s/P_n$	نسبة الإشارة للضوضاء	دب
$d = c \cdot t/2$	مسافة LiDAR/ToF	متر

★احفظ هذه المعادلات | راجع وحداتها

التطبيقات العملية | المحاضرة 29: الاتصالات الليزرية عبر الأقمار الصناعية

الطب والجراحة

يُطبَّق روابط الأرض-القمر Ground-to-Satellite في الجراحة الليزرية بدقة عالية وقطع الأنسجة دون أضرار جانبية.

الاتصالات البصرية

تُستخدم مفاهيم روابط الاتصال بين الأقمار ISL في شبكات الاتصالات عبر الألياف البصرية وتحقيق معدلات نقل عالية.

الاستشعار والقياس

تقنية LiDAR وأنظمة القياس الدقيق تعتمد على روابط الاتصال بين الأقمار ISL لتحقيق دقة ميكرومترية.

الصناعة والتصنيع

يُستخدم في القطع والحفر الدقيق والمعالجة الصناعية للمواد بكفاءة عالية وتدمير أقل.

الاختبار البعدي | المحاضرة 29

Post-Test — أجب عن الأسئلة التالية بعد انتهاء المحاضرة

س1 احسب زمن الانتشار لرابط أرض-قمر GEO (36000 كم).

الإجابة: .....

س2 ما ميزانية الرابط لنظام LEO-Ground بقدرة 1W وكسب 30dB؟

الإجابة: .....

س3 اشرح كيف تتتبع الأقمار بعضها في شبكة Starlink.

الإجابة: .....

ملخص المحاضرة | 29الاتصالات الليزرية عبر الأقمار الصناعية

النقاط الرئيسية المُغطّاة في هذه المحاضرة:

- ✓ روابط الاتصال بين الأقمار ISL
- ✓ روابط الأرض-القمر Ground-to-Satellite
- ✓ تحديات الرابط الفضائي (Doppler, Pointing)
- ✓ نظام تتبع الشعاع الضيق BPAS
- ✓ مشاريع SpaceX/Tesatوالاتصالات الفضائية

المحاضرة القادمة :تصميم نظام الاتصالات البصرية -ميزانية الرابط

🔑 مفتاح الحلول -القبلي والذاتي |المحاضرة 29

إجابات الاختبار الذاتي:

1.بضبط تردد الليزر لتعويض التحول الدوبلري

2.يُقلل التشتت ويُركّز الطاقة

3. Starlink (SpaceX)، Tesat (Airbus)، LLCD (NASA)

إجابات الاختبار القبلي:

1. Inter-Satellite Link: رابط الاتصال بين الأقمار الصناعية

2.التوجيه الدقيق (Pointing) والتتبع للشعاع الضيق

3.عرض نطاق أوسع وأمان أعلى وتداخل أقل

⚠️راجع إجاباتك مع الأستاذ |للحلول التفصيلية انظر الشريحة التالية

مفتاح الحلول -الاختبار البعدي |المحاضرة 29

1

س :احسب زمن الانتشار لرابط أرض-قمر GEO (36000كم.)

✓

t = 36000×10³/(3×10⁸) = 0.12 ثانية (120 مللي ثانية)

2

س :ما ميزانية الرابط لنظام LEO-Ground بقدرة 1W وكسب 30dB؟

✓

EIRP = 30dBm + 30dB = 60dBm، بعدها تُحسب خسارة المسار

3

س :اشرح كيف تتتبع الأقمار بعضها في شبكة Starlink.

✓

بنظام PAT: Acquisition, Pointing, Tracking مع كاميرا وسريع التوجيه

المحاضرة 30

تصميم نظام الاتصالات البصرية -ميزانية الرابط

تقنية الليزر والاتصالات البصرية

الأهداف التعليمية | المحاضرة 30: تصميم نظام الاتصالات البصرية - ميزانية الرابط

1. فهم المفاهيم الأساسية لـ :منهجية تصميم النظام
2. تحليل وشرح :ميزانية الطاقة Power Budget
3. التمييز بين مفاهيم :ميزانية الزمن Rise-Time Budget
4. تطبيق المعادلات المتعلقة بـ :هامش النظام System Margin
5. ربط المحتوى بالتطبيقات العملية في الاتصالات البصرية

الاختبار القبلي | المحاضرة 30

— Pre-Testأجب عن الأسئلة التالية قبل بدء المحاضرة

س1 ما خطوات تصميم نظام اتصال بصري؟

الإجابة: .....

س2 ما المقصود بميزانية الطاقة؟

الإجابة: .....

س3 ما هامش النظام المعتاد؟

الإجابة: .....

منهجية تصميم النظام

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة منهجية تصميم النظام بشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ منهجية تصميم النظام من المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات منهجية تصميم النظام مجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

ميزانية الطاقة Power Budget

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة ميزانية الطاقة Power Budgetبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ ميزانية الطاقة Power Budgetمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات ميزانية الطاقة Power Budgetمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

ميزانية الزمن Rise-Time Budget

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة ميزانية الزمن Rise-Time Budgetبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ ميزانية الزمن Rise-Time Budgetمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات ميزانية الزمن Rise-Time Budgetمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

هامش النظام System Margin

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة هامش النظام System Marginبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ هامش النظام System Marginمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات هامش النظام System Marginمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

مثال تصميم نظام 10Gbps، 80km

المفهوم الأساسي :يتناول هذا القسم دراسة مثال تصميم نظام 10Gbps، 80kmبشكل مفصل، حيث نتعرف على المبادئ النظرية الأساسية وتطبيقاتها في منظومات الاتصالات البصرية الحديثة.

الأهمية التقنية :يُعدّ مثال تصميم نظام 10Gbps، 80kmمن المفاهيم الجوهرية في تقنية الليزر، إذ يُشكّل أساساً للعديد من الأجهزة والأنظمة المستخدمة في مجال الاتصالات البصرية.

التطبيقات العملية :تشمل تطبيقات مثال تصميم نظام 10Gbps، 80kmمجالات واسعة تتضمن الاتصالات عبر الألياف البصرية، والاتصالات الفضائية، وأنظمة الاستشعار الضوئي.

الاختبار الذاتي | المحاضرة 30

— Self-Testأجب عن الأسئلة التالية أثناء المحاضرة

س1

كيف تؤثر مواصفات الكاشف على تصميم النظام؟

تأملي..... :

س2

ما دور ميزانية الزمن في تحديد معدل البيانات؟

تأملي..... :

س3

كيف يُضاف هامش الأمان في التصميم؟

تأملي..... :

المعادلات والمصطلحات الأساسية | المحاضرة 30

المعادلة/الرمز	التعريف	الوحدة
$E = hf$	طاقة الفوتون	جول (J)
$NA = \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)}$	الفتحة العددية	بلا أبعاد
α [dB/km]	معامل الخسارة	دب/كم
$BER = 0.5 \cdot \text{erfc}(Q/\sqrt{2})$	معدل خطأ البت	بلا أبعاد
$OSNR = P_s/P_n$	نسبة الإشارة للضوضاء	دب
$d = c \cdot t/2$	مسافة LiDAR/ToF	متر

★احفظ هذه المعادلات | راجع وحداتها

التطبيقات العملية |المحاضرة 30: تصميم نظام الاتصالات البصرية -ميزانية الرابط

الطب والجراحة

يُطبَّق ميزانية الطاقة Power Budgetفي الجراحة الليزرية بدقة عالية وقطع الأنسجة دون أضرار جانبية.

الاتصالات البصرية

تُستخدم مفاهيم منهجية تصميم النظام في شبكات الاتصالات عبر الألياف البصرية وتحقيق معدلات نقل عالية.

الاستشعار والقياس

تقنية LiDARوأنظمة القياس الدقيق تعتمد على منهجية تصميم النظام لتحقيق دقة ميكرومترية.

الصناعة والتصنيع

يُستخدم في القطع والحفر الدقيق والمعالجة الصناعية للمواد بكفاءة عالية وتدمير أقل.

الاختبار البعدي | المحاضرة 30

أجب عن الأسئلة التالية بعد انتهاء المحاضرة — Post-Test

س1

صمّم نظام 10Gbps لمسافة 80km مع ذكر جميع عناصر ميزانية الطاقة.

الإجابة: .....

س2

احسب Rise-Time Budget لنظام 2.5Gbps بمكونات محددة.

الإجابة: .....

س3

ما الفرق بين تصميم النظام المحدود بالخسارة والمحدود بالتشتت؟

الإجابة: .....

ملخص المحاضرة | 30تصميم نظام الاتصالات البصرية -ميزانية الرابط

النقاط الرئيسية المُغطّاة في هذه المحاضرة:

- ✓ منهجية تصميم النظام
- ✓ ميزانية الطاقة Power Budget
- ✓ ميزانية الزمن Rise-Time Budget
- ✓ هامش النظام System Margin
- ✓ مثال تصميم نظام 10Gbps، 80km

المحاضرة القادمة :نهاية المنهاج

🔑 مفتاح الحلول -القبلي والذاتي |المحاضرة 30

إجابات الاختبار الذاتي:

1. حساسية الكاشف تحدد أقصى خسارة مسموحة

2. مجموع أزمنة الصعود لكل مكون يجب أن يكون أقل من 70% من فترة البت

3. يُضاف 6-10 دب فوق الخسارة المحسوبة

إجابات الاختبار القبلي:

1. تحديد المتطلبات ← اختيار المكونات ← حساب الميزانيات ← التحقق ← التوثيق

2. إجمالي الخسائر مقارنة بالقدرة المتاحة

3. 6 إلى 10 دب

⚠️ راجع إجاباتك مع الأستاذ |للحلول التفصيلية انظر الشريحة التالية

مفتاح الحلول -الاختبار البعدي |المحاضرة 30

1

س :صمّم نظام 10Gbpsلمسافة 80kmمع ذكر جميع عناصر ميزانية الطاقة.

✓

- P_tx(3dBm)خسارة الليف - (16dB)وصلات - (2dB)موصلات= -16dBm، حساسية الكاشف(1dB) -20dBm :، الهامش4dB :

2

س :احسب Rise-Time Budgetلنظام 2.5Gbpsبمكونات محددة.

✓

$$t_{sys} = \sqrt{(t_{tx}^2+t_{fiber}^2+t_{rx}^2)} < 0.7\times T_{bit}$$

3

س :ما الفرق بين تصميم النظام المحدود بالخسارة والمحدود بالتشتت؟

✓

محدود بالخسارة :المسافة تحددها الخسارة .محدود بالتشتت :المسافة يُحددها التوسع الزمني للنبضة

نهاية المنهاج

تقنية الليزر والاتصالات البصرية

30محاضرة 450 |شريحة 270 |سؤال تقييمي

بالتوفيق والنجاح