



جامعة المنارة الخاصة
كلية الهندسة
هندسة ميكاترونك

الشبكات الصناعية

Industrial Networks CEMC606

مدرس المقرر
د. بسام حسن



مفردات من المحاضرة السابعة:

- Wireless Transmission
- Bluetooth
- ZigBee



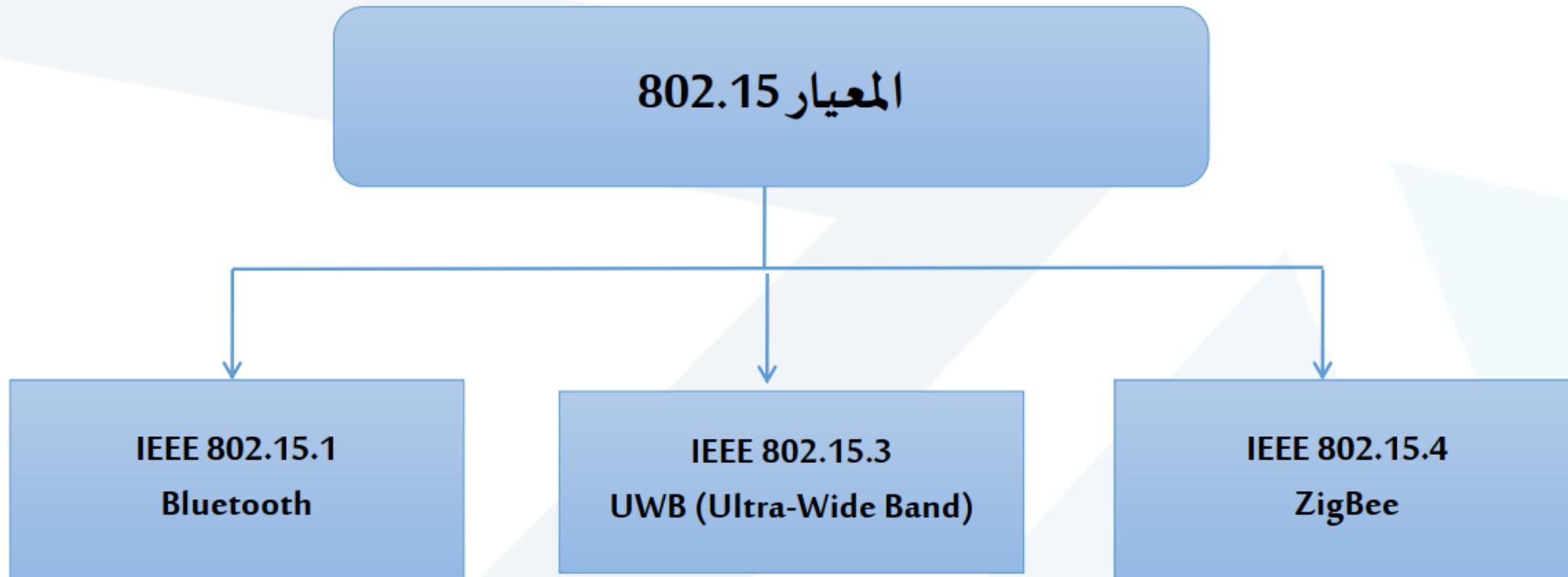
Industrial Wireless LANs



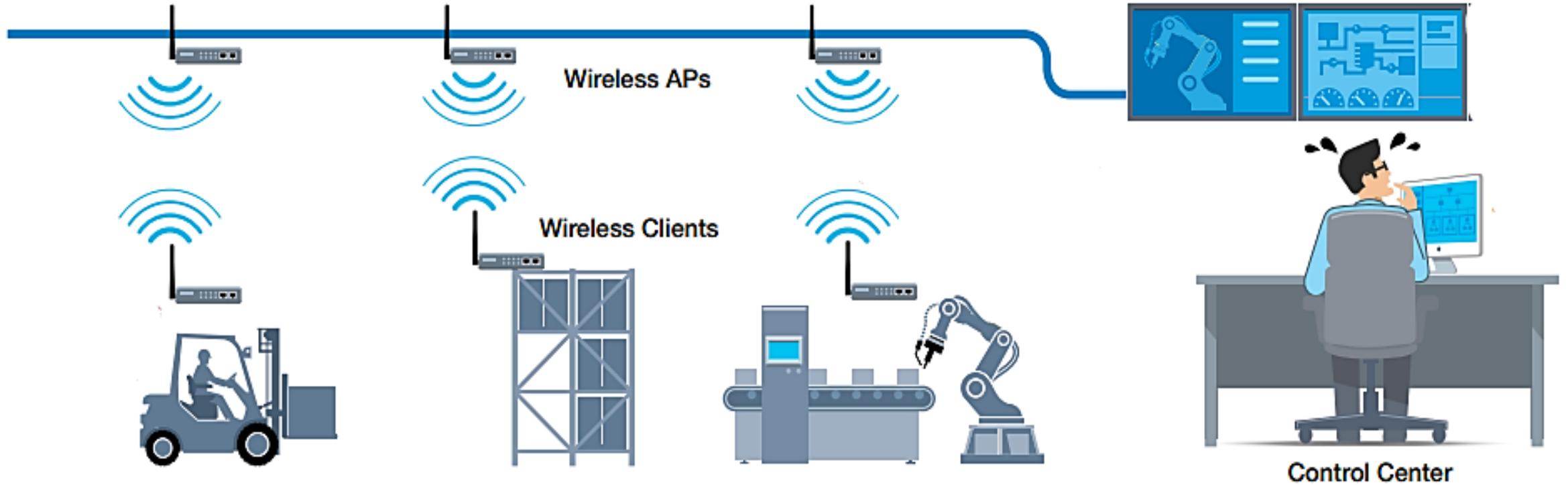
- ليس من الممكن دائمًا أو المثالي استخدام الأسلاك في جميع التطبيقات الصناعية. في الحالات التي يصعب فيها توصيل الأسلاك أو إعادة تهيئة العمليات الصناعية لضمان سرعة طرح المنتجات في السوق، تُعدّ شبكات WLAN الصناعية بديلاً مثاليًا لشبكات Ethernet السلكية التقليدية. في الواقع، ساهمت التطورات الحديثة في تكنولوجيا الاتصالات اللاسلكية في جعل شبكات WLAN الصناعية حلاً شائعة في تطبيقات متنوعة، مثل السيارات والخدمات اللوجستية وأنظمة النقل. عادةً ما تتطلب هذه التطبيقات الصناعية معدات آلية دائمة الحركة ويصعب توصيلها بالأسلاك. يُمكن الاعتماد المتزايد على شبكات WLAN الصناعية من ربط هذه الأنظمة لتعزيز الكفاءة التشغيلية.
- يمكنك استخدام تقنية WLAN لنشر رافعات شوكية آلية في مستودع ذكي أو نظام نقل علوي لزيادة الكفاءة والإنتاجية، مما يُحقق أقصى استفادة من القوى العاملة المحدودة. على الرغم من تعدد الإمكانيات، إلا أن الانتقال إلى الشبكات اللاسلكية ليس دائمًا خيارًا قاطعًا. حتى لو قررت استخدام شبكة محلية لاسلكية، كيف تختار الحل الأمثل لمتطلباتك الصناعية؟



تقنيات الاتصال اللاسلكي أصبحت ضرورية لتوصيل أجهزتنا، حيث يخدم كل منها أغراضًا فريدة عبر تطبيقات مختلفة. بلوتوث ، زيغبي ، و واي فاي هي ثلاثة معايير لاسلكية بارزة، ولكل منها خصائص ونقاط قوة وقيود مميزة.

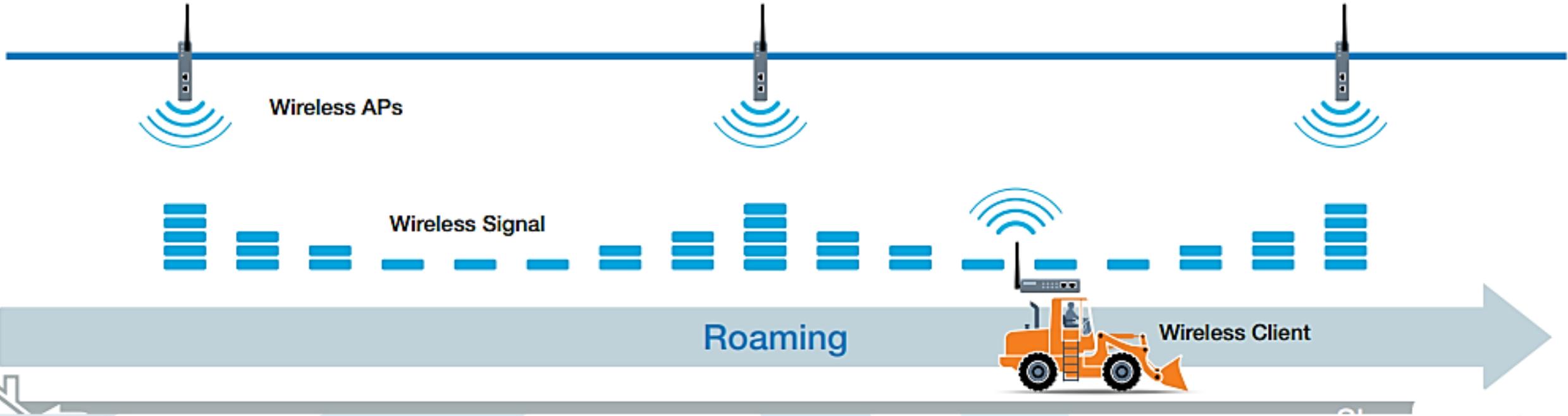


Wireless Transmission •



Wireless Transmission • توفر شبكة Wi-Fi هو الأولوية الأولى •

تتطلب أجهزة WLAN الصناعية تقنية متخصصة لإنشاء شبكات لاسلكية موثوقة وضمانها. ويرجع ذلك إلى أن جودة الاتصال اللاسلكي قد تتأثر بالعديد من المشكلات المختلفة، مثل الترددات الراديوية RF، والتداخل في البيئات الصناعية، وتكوين الهوائي غير الصحيح، وقوة الإشارة لمسافات طويلة، وما إلى ذلك.



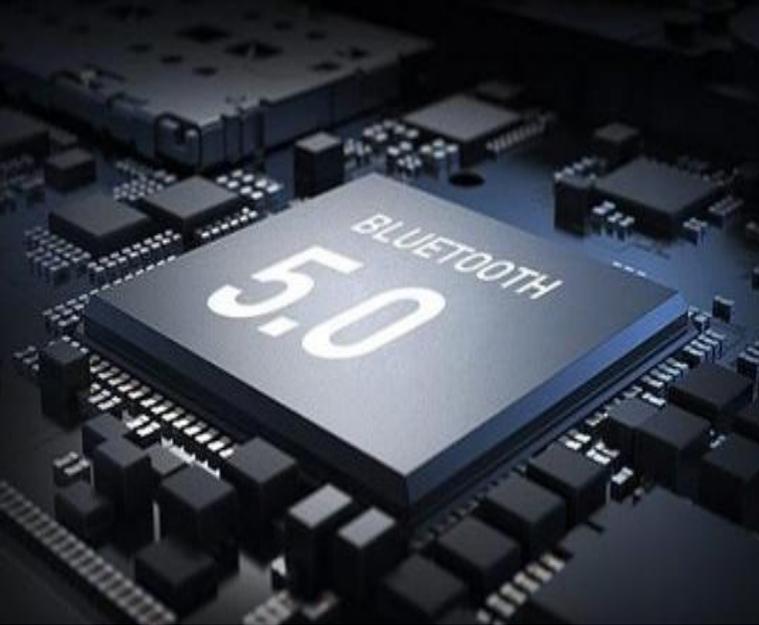
- هو معيار تم تطويره من قبل مجموعة من شركات الالكترونيات للسماح لأي جهازين الكترونيين - حواسيب وهواتف خلوية ولوحات مفاتيح - بالقيام بعملية اتصال بدون أسلاك أو كابلات أو أي تدخل من قبل المستخدم
- وبتعبير آخر هو عبارة عن معيار قصير المدى (RF) أو طريقة للاتصال اللاسلكي عبر موجات الراديو بين أجهزة تشكل شبكة شخصية محدودة المسافة
- ✓ وبالتالي أي جهازين يتبعان نفس هذا المعيار، يمكنهما الاتصال وتبادل البيانات فيما بينهما دون الحاجة إلى اتصال مباشر
- ✓ وباختصار يمكن القول أن أي جهازين الكترونيين مهما كان حجمهما أو وظيفتهما، يمكن أن يتصلا مع بعضهما البعض باستخدام هذه التقنية
- كانت أول من بدأ العمل على هذه التقنية شركة Ericson سنة 1994 وتبعها شركات كثيرة تحت ما يسمى "مجموعة الاهتمام الخاصة بـ " Bluetooth " أو "Bluetooth special interest group (SIG)"



ما الفرق بين الـ "Bluetooth" والاتصال اللاسلكي (عن طريق الأشعة تحت الحمراء IrDA)

- الأشعة تحت الحمراء هي أشعة ضوئية لا ترى بالعين وتعرف باسم تحت الحمراء لأن لها تردداً أصغر من تردد الضوء الأحمر، وتستخدم وسيلة الاتصال بواسطة الأشعة تحت الحمراء بما يعرف بـ: "IrDA" "Infrared Data Association" في التحكم بالعديد من الأجهزة الإلكترونية مثل التلفاز والـ "receiver" وأجهزة "VCR" (Video Cassette Recorder)
- على الرغم من رخص ثمن، وكفاءة تقنية الأشعة تحت الحمراء كوسيلة اتصال لاسلكي بين الأجهزة إلا أن لها عيبين رئيسيين:
- ✓ تعتمد تقنية الاتصال بواسطة الأشعة تحت الحمراء على مدى الرؤية فقط "Line of sight" أي التوجيه المباشر وعلى خط مستقيم
- ✓ تقنية الأشعة تحت الحمراء عبارة عن تقنية واحد -إلى- واحد "One-to-One"





ما الفرق بين الـ "Bluetooth" والاتصال اللاسلكي (عن طريق الأشعة تحت الحمراء IrDA)

- تقنية الأشعة تحت الحمراء عبارة عن تقنية "One-to-One" واحد إلى واحد بحيث يتم النقل بين جهازين فقط في نفس الوقت، فمثلاً يمكن تبادل المعلومات بين الكمبيوتر وجهاز الكمبيوتر المحمول بواسطة الأشعة تحت الحمراء ولكن لا يمكن في نفس الوقت تبادل المعلومات بين الكمبيوتر وجهاز المفكرة الشخصية PDA
- وجاءت تقنية الـ "Bluetooth" لتحل هاتين المشكلتين حيث قامت Ericson و Toshiba و Intel و Simians و Motorola بتطوير مواصفات خاصة في لوحة صغيرة عبارة عن شريحة صغيرة ورخيصة "RADIO MODULE" (9mm X 9mm) تثبت في الحواسيب والأجهزة المحمولة والأجهزة المنزلية... هذه الشريحة تحل محل الأسلاك عن طريق استقبال الأوامر أو البتات من الجهاز ونقلها لاسلكياً بتردد معين يبلغ حوالي 2.45GHz إلى جهاز الاستقبال الذي يترجمه إلى الأوامر الصادرة له عبر نفس الشريحة المثبتة فيه أيضاً

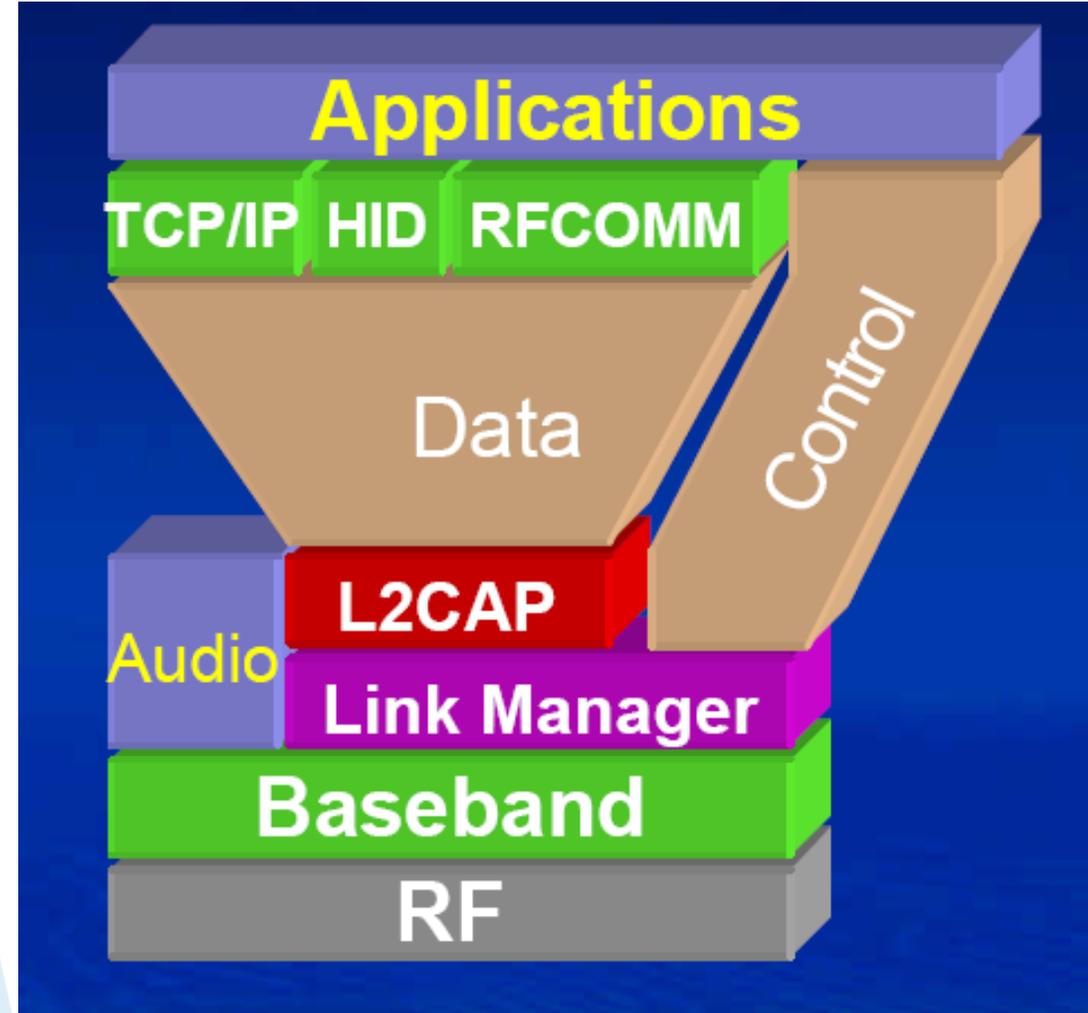


ما الفرق بين الـ "Bluetooth" والاتصال اللاسلكي (عن طريق الأشعة تحت الحمراء IrDA)

Bluetooth	IrDA	
إلى 10 أمتار (وبمسافة قصوى قد تصل إلى 100 متر في حال تمت زيادة استطاعة المرسل)	حوالي المتر الواحد	المدى
Multiple connection	Point to point	نوع الاتصال



- نظرًا لأن تقنية Bluetooth ليست مخصصة لتوفير الوصول إلى الإنترنت، فإن حزمة البروتوكول الخاصة بها تختلف تمامًا عن النموذج المكون من 5 طبقات الذي قمنا بفحصه مسبقًا.
- في الطبقة السفلية، يوفر النطاق الأساسي وطبقات مدير الارتباط/وحدة التحكم في الارتباط LM/LC التشكيل الأساسي من نقطة إلى نقطة لإشارة الراديو.
- يعمل بروتوكول التحكم والتكيف في الارتباط المنطقي L2CAP بطريقة مشابهة لطبقة الارتباط التقليدية عن طريق تعدد إرسال الوصول إلى الراديو لبروتوكولات الطبقة الأعلى.
- نظرًا لأن نموذج استخدام البلوتوث مخصص للاتصالات من نقطة إلى نقطة، فإن حزمة البروتوكولات الخاصة بها لا تقدم ما يعادل طبقة الإنترنت.



➤ تستخدم تقنية Bluetooth الطيف المتسع "spread spectrum" بين الترددين 2.402-2.4835 GHz

➤ تستخدم Bluetooth ما يسمى بتقنية القفز الترددي "Frequency hopping" حيث يقفز حوالي 79 قفزة في المدى الترددي 2.402-2.4835 GHz بفواصل 1MHz :

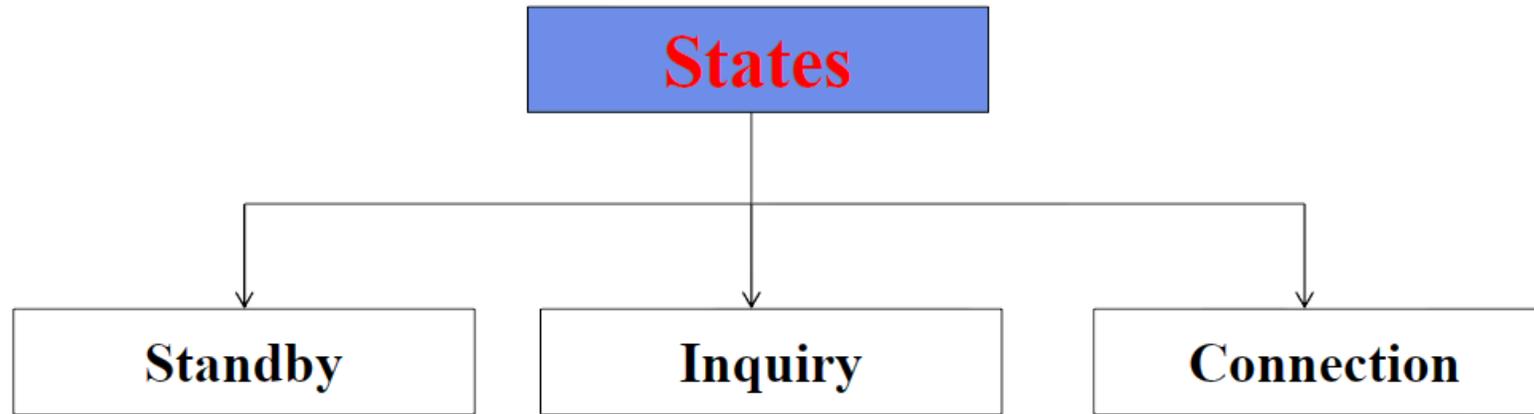
$$F = 2402 + k \text{ MHz} \dots \text{where } k=0,1,2,3,\dots,78$$

وذلك بسرعة 1600 مقطع/حيز (slots) في الثانية. وهذا يعطي الفترة بين القفزين حوالي 625µs

➤ وبالتالي فلن يحصل أن يرسل أي جهازين بشكل تلقائي على نفس التردد وفي نفس الوقت



الحالات التي يمر بها الجهاز المزود بتقنية Bluetooth



standby ✓ : هي الحالة الافتراضية التي لا يتم فيها استهلاك أية طاقة

Inquiry ✓ : المرحلة التي يتم فيها الاستعلام عن العقد الموجودة ضمن مجال الشبكة

Connection ✓ : مرحلة إرسال المعلومات والتي تتم بالقفز الترددي





مقدمة إلى ZigBee



- إن وسط الاتصال اللاسلكي في شبكات الحساسات اللاسلكية قد يكون الأشعة تحت الحمراء أو البلوتوث لكن الأكثر استخداماً هو ال ZigBee
- إن مصطلح ZigBee يأتي من التعرج الراقص وهي الطريقة التي يستخدمها النحل لتقاسم المعلومات بين أفراد الخلية مثل الموقع والمسافة والاتجاه وموقع الغذاء
- تقنياً يعرف بأنه معيار تقني صمم من أجل التحكم ومن أجل شبكات الحساسات اللاسلكية ، يعتمد على المعيار IEEE802.15.4 والذي يهدف إلى تحقيق استهلاك أقل للطاقة، معدل بيانات منخفض، كلفة أقل
- يعمل في شبكات PAN وفي الشبكات المبنية على الاتصال جهاز إلى جهاز





ترخيص ZigBee (ZigBee Alliance)

- ❖ هو منظمة تهدف إلى إنتاج تجهيزات موثوقة، منخفضة استهلاك الطاقة، منخفضة الكلفة، متصلة بشكل لاسلكي لأغراض المراقبة والتحكم
- ❖ أكثر من 50 شركة تعمل في هذا المجال مشتركة في هذا الترخيص.
- ❖ أول تطبيق فعلي لها كان في سنة 2003



Honeywell



HUAWEI

ember



EATON

PHILIPS



SIEMENS



STMicroelectronics

TE_NDRIL

TEXAS INSTRUMENTS



خصائص ZigBee

- تكلفة منخفضة (Low cost)
- استهلاك منخفض للطاقة (Low power consumption)
- معدل بيانات منخفض (Low data rate)
- مدى إرسال قصير المدى نسبياً
- التوسعية (Scalability)
- الوثوقية (Reliability)
- تصميم بروتوكول مرن مناسب لعدة تطبيقات



مقارنة بين ZigBee و Bluetooth

Feature(s)	Bluetooth	ZigBee
Power Profile	days	years
Complexity	complex	Simple
Nodes/Master	7	64000
Latency	10 seconds	30 ms – 1s
Range	10m	70m ~ 300m
Extendibility	No	Yes
Data Rate	1 Mbps	250 Kbps
Security	64bit, 128bit	128bit AES and Application Layer



بعض تطبيقات ZigBee

- التحكم المنزلي: التكييف، التحكم بأثاث المنزل كالغسالة والبراد، الحماية...
- التطبيقات الصناعية: اكتشاف حالات الطوارئ، التحكم بالآلات...
- التطبيقات الزراعية: قياس رطوبة التربة، قياس ملوحة التربة....
- تطبيقات أخرى: التحكم بالأجهزة المحيطية للحاسب، التحكم بالتجهيزات الالكترونية...



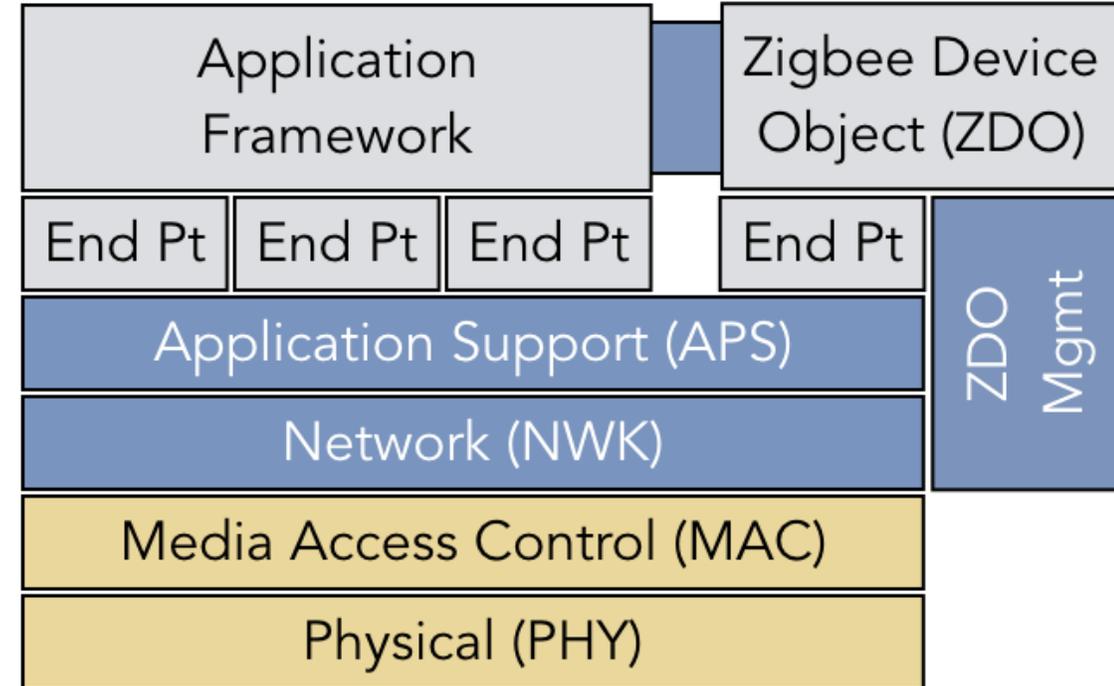
الحزم الترددية ل ZigBee

تحدد الطبقة الفيزيائية ل Zigbee ثلاث حزم ترددية ممكنة:

الحزمة	تردد الحزمة	نوع التطبيق	التغطية	عدد القنوات المتاحة	رقم القناة	معدل النقل لكل قناة
A	868 to 868.6 MHz		Europe	1	0	20 Kb/s
B	902 to 928MHz	ISM BAND	USA	10	1-10	40 Kb/s
C	2.4 to 2.4835GHz	ISM BAND	World wide	16	11-26	250 Kb/s



مكدس بروتوكول Zigbee الشبكات المخصصة قصيرة المدى



- يتم تحديد الطبقات الأدنى، MAC وPHY، بواسطة مجموعة عمل 802.15.4 ، بشكل مستقل عن Zigbee نفسها. وتحدد هذه الطبقات اتصالاً عاماً من نقطة إلى نقطة يمكن استخدامه مع أجهزة الراديو منخفضة الطاقة.
- تقوم طبقة NWK بتنسيق توجيه الشبكة.
- توفر إدارة APS و Zigbee Device Object (ZDO) خدمات مشتركة يمكن للتطبيقات استخدامها، مثل إدارة مفاتيح التشفير والمعلومات حول الأجهزة الموجودة على الشبكة.
- يمكن للتطبيقات الوصول إلى ZDOs من خلال واجهة في طبقة التطبيق، أو يمكنها طلب الخدمات من خلال نقاط نهاية التطبيق.



الأجهزة المستخدمة في ZigBee (1/2)

❖ يمكن تصنيف التجهيزات في شبكات الـ Zigbee بطريقتين (منطقية و فيزيائية):

➤ التجهيزات الفيزيائية:

-1 Full Function Devices (FFD):

يمكن لهذه التجهيزات القيام بالوظائف الكاملة في هذا المعيار: توجيهه، وظائف التنسيق و مهام الكشف.



-2 Reduced Function Devices (RFD):

لا يمكن لهذا النوع من التجهيزات توجيهه الرزم ويكون متصلاً دائماً مع تجهيز FFD، وهي تمثل التجهيزات الطرفية مثل: أجهزة تشغيل الإضاءة أو الأقفال....



الأجهزة المستخدمة في ZigBee (2/2)

❖ يمكن تصنيف التجهيزات في شبكات الـ Zigbee بطريقتين (منطقية وفيزيائية):

➤ التجهيزات المنطقية:

ZigBee Coordinator (ZC) ✓

هو جهاز FFD ، يجب أن تحتوي الشبكة على جهاز واحد فقط، وهو مسؤول عن إدارة الشبكة بشكل عام : بناء الشبكة ، تخصيص العناوين، إعطاء الصلاحيات للانضمام أو مغادرة الشبكة، نقل رزم التطبيقات، الاحتفاظ بقائمة الجيران، بسبب هذه الخصائص يجب أن يبقى هذا الجهاز نشيطاً دائماً.

ZigBee Router (ZR) ✓

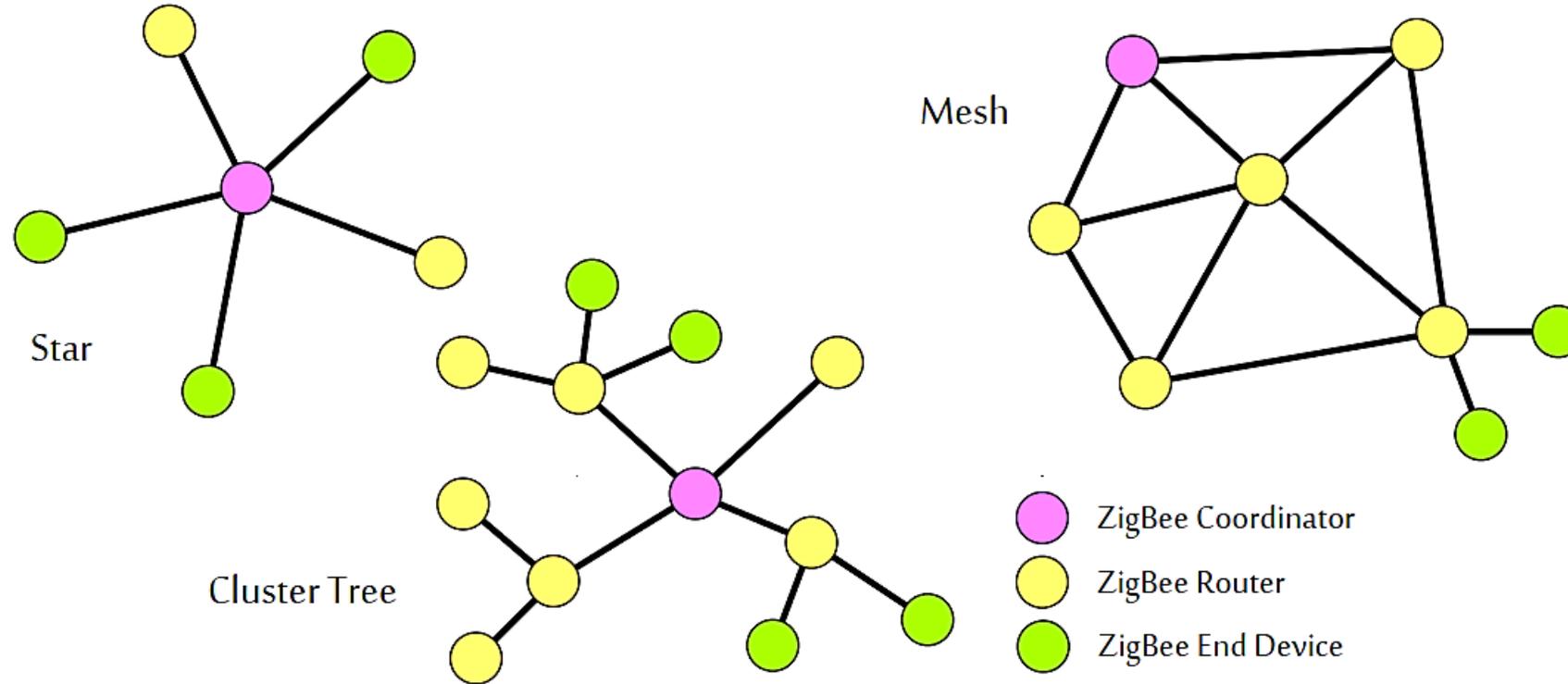
هو جهاز FFD يعمل كموجه فقط، أي لا يتدخل في بناء الشبكة ، تحوي الشبكة جهازاً أو أكثر حسب حجم الشبكة والطوبولوجيا المستخدمة.

ZigBee end devices (ZEDs) ✓

هذه الأجهزة من نوع RFD ، الوظيفة الأساسية لها هي تشكيل وإرسال الرزم، تدخل هذه التجهيزات في حال إسبات إن لم يكن هناك معلومات لإرسالها بغرض توفير الطاقة.



الطوبولوجيا في ZigBee



➤ إن الهيكليّة في ZigBee تعتمد على فكرة أن أي جهاز ينضم إلى الشبكة إما أن يكون موجهاً (ZR) أو جهازاً طرفياً (ZED)



Wi-Fi	زيجبي	بلوتوث	ميزة
100 متر (داخلي)	10-20 متر لكل جهاز	10-100 متر	يتراوح
ما يصل إلى عدة جيجابت في الثانية	ما يصل إلى 250 كيلوبت في الثانية	ما يصل إلى 2 ميغابت في الثانية	سرعة البيانات
عالي	منخفض جدًا	منخفض (خصوصًا BLE)	استهلاك الطاقة
نجمة أو شبكة (Wi-Fi 6)	مش	نقطة إلى نقطة، نجمة	طبولوجيا
الإنترنت والتطبيقات كثيفة البيانات	أتمتة المنزل، إنترنت الأشياء	الأجهزة الشخصية، إنترنت الأشياء	أفضل ل

