Tishreen University Faculty of Mechanical and Electrical Engineering Communication & Electronic dep.	First Exam 2021-2022	Student Name:
Course Title: Advanced *Cellular Communication Systems*	**Instructors:** *Dr. Yamen ISSA*	
Date: 16/1/2022	**Time:** 15-17	**Duration:** 2 Hours
Year: 5^{th}	**Type:** *open book, open notes*	

السؤال الأول (10 درجات): كيف يمكن معرفة معلومات حالة القناة في الاتصالات الخلوية اللاسلكية وما الفائدة منها؟

السؤال الثاني (10 درجات): في إشارة OFDMA يتم إضافة بادئة دورية Cyclic Prefix في بداية كل رمز، ما هي وما الهدف منها وكيف يتم تحديد طولها الزمني ولماذا لم نستعض عنها بفترة حماية فارغة؟

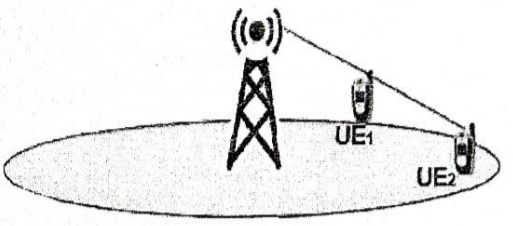
السؤال الثالث (20 درجة): بفرض تم جدولة 5 مشتركين في نظام HSDPA خلال فترة 100 ثانية على قناة HS-DSCH وفق الخدمات التالية لكل مشترك.

المشترك الأول يقوم باستقبال مقطع فديو بحجم 64 Mbytes
المشترك الثاني يقوم بتحميل ملف بحجم 10 Mbyts
المشترك الثالث يستمع لمقطع صوتي بمعدل بت ثابت CBR يساوي 64 kbits/s
المشترك الرابع يتصفح موقع انستغرام ويستهلك بيانات بحجم 8 Mbytes
المشترك الخامس يستقبل رسائل نصية عبر تطبيق واتساب ويستهلك بيانات بحجم 200 kbytes
والمطلوب:

A. ماهي قناة HS-DSCH؟
B. وضح بالرسم وبشكل تقريبي تخطيط الجدولة للمشتركين الخمسة على هذه القناة.
C. احسب قيمة الكفاءة الطيفية للقناة وفق معطيات المسألة.

السؤال الرابع (10 درجات): في الجيل الخامس من الاتصالات الخلوية يتم استخدام الحزم الترددية فوق 3.5 GHz والأمواج المليمترية والتي تعاني من فقد مسار كبير أثناء الانتشار؛ كيف يمكن التغلب على هذه المشكلة؟ وضح إجابتك مع الرسم إن تطلب الأمر.

السؤال الخامس (10 درجات): بفرض مشتركين خلويين UE1, UE2 يقعان في نفس الاتجاه بالنسبة للخلية وعلى مسافتين متفاوتتين بحيث لا يمكن تشكيل شعاع حزمة مختلف لكل منهما، هل توجد طريقة أو نظام يسمح لهذين المشتركين أن يتشاركا في لحظة واحدة نفس الموارد الراديوية على الوصلة الهابطة من حيث الحوامل الترددية والزمن والرمز؟



السؤال السادس (10 درجات): من المشاكل التي تعرض لها نظام UMTS Release 99 هي التأخير الزمني عند ورود أخطاء في البيانات المستقبلة، وضح كيف تم تجاوز هذه المشكلة في الإصدارات الأحدث للجيل الثالث.

انتهت الأسئلة
مع التمنيات بالنجاح والتوفيق

عميد كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
أ.د. ميشيل بربهان

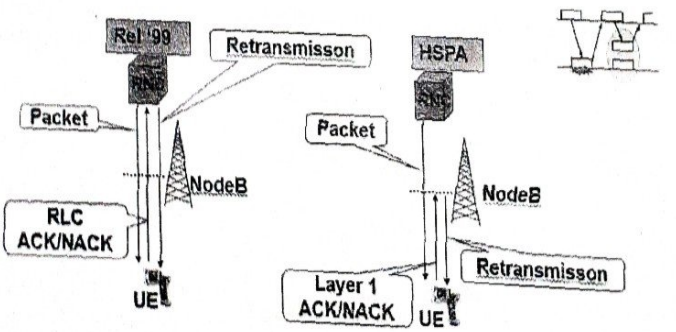
مدرس المقرر
د. يامن عيسى

المشترك UE1. نتيجة فرق المسافة بين المشتركين فإن استطاعة المشترك UE1 تتخامد قبل الوصول إلى المشترك UE2 ويكون التداخل الذي تسببه مهملاً. أما بالنسبة للمشترك UE1 فسيعاني من تداخل إشارة المشترك البعيد ذات الاستطاعة المرتفعة ولذلك يجب على جهاز الاستقبال أن يقوم بفك ترميز إشارة المشترك البعيد ثم طرحها من الإشارة المستقبلة ليتمكن بعد ذلك من فك ترميز إشارته الخاصة.

6. **من المشاكل التي تعرض لها نظام UMTS Release 99 هي التأخير الزمني عند ورود أخطاء في البيانات المستقبلة، وضح كيف تم تجاوز هذه المشكلة في الإصدارات الأحدث للجيل الثالث من الاتصالات الخلوية. (10 درجات)**

تم تجاوز هذه المشكلة عن طريق تطبيق تقنية طلب التكرار التلقائي الهجين السريع (Fast Hybrid Automatic Repeat request) بالاستفادة من الفاصل الزمني للإرسال (TTI) ومدته الزمنية ثابتة وتساوي 2 مللي ثانية، يتم تخصيص رموز القنوات من الموارد المشتركة كل 2 ميلي ثانية أي 500 مرة في الثانية. يخفض زمن TTI القصير من زمن الذهاب والعودة الذي تستغرقه البيانات ويحسن من ملاحقة تغيرات القناة.

يمكن لجهاز المستخدم أن يطلب بسرعة إعادة إرسال البيانات المفقودة وتجمع المعلومات من الإرسال الأصلي مع الإرسال اللاحق، قبل محاولة فك تشفير الرسالة بما يسمى الجمع الناعم soft combining حيث أن الأخطاء التي وردت في تسلسل البيانات خلال الإرسال الأول تختلف عن تلك التي ترد في الاستقبال الثاني مما يتيح لعملية الجمع بين الإرسالين من الاستفادة من التباين الزمني وتغير ظروف القناة الراديوية لتقليل الخطأ واستخلاص البيانات بشكل صحيح مما يحسن الأداء ويزيد المتانة. يتم إرسال رسالة (NACK: negative acknowledge) عندما تكون البيانات مفقودة في جهاز المستخدم. يتم إرسال رد بالاستلام (ACK: acknowledge) عندما تكون البيانات المستلمة صحيحة. في الإصدار release 99، كانت تتم معالجة عمليات إعادة الإرسال بواسطة عقدة التحكم الراديوي (RNC)، ولكن في HSDPA، تم نقل جزء من هذه الوظيفة إلى المحطة القاعدة NodeB كما في الشكل. هذا يعني أن الوظيفة تتواجد بالقرب من الواجهة الهوائية ويتم تقليل وقت الذهاب والإياب (RTT: round-trip time) إلى 2 ميلي ثانية



د. يامن عيسى

لا يوجب ان تكون اجابة الطلب
حرفية وانما عليك ان تشرح النقاط
الاساسية وما في معناه .

$$\eta = \frac{D}{t \times B} = \frac{664.10^6}{100 \times 5.10^6} = 1.328\ bits/s/Hz$$

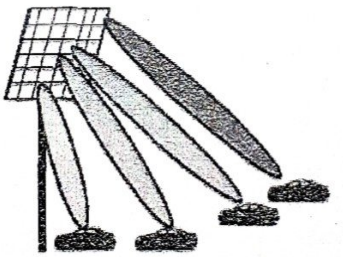
4. في الجيل الخامس من الاتصالات الخلوية يتم استخدام الحزم الترددية فوق 3.5 GHz والأمواج المليمترية والتي تعاني من فقد مسار كبير أثناء الانتشار؛ كيف يمكن التغلب على هذه المشكلة؟ وضح إجابتك مع الرسم إن تطلب الأمر. (10 درجات)

Higher propagation loss at 3.5GHz and millimeter waves is compensated by Massive MIMO and Beamforming

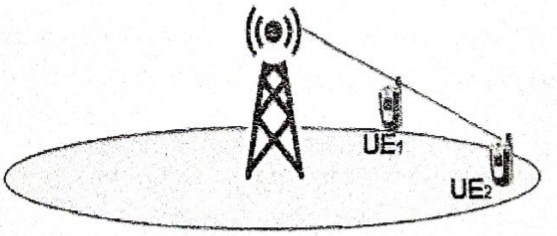
- Massive MIMO: Large number of steerable antenna elements
  - Necessary for beamforming in higher bands
  - Used for spatial multiplexing in lower bands
- NR channels and signals designed to support beamforming
- Assuming channel reciprocity, UL Sounding reference signal (SRS) can be used for DL in TDD
  - High-resolution Channel State Information (CSI) RS design and reporting
  - High-spatial resolution codebook supporting up to 256 antennas
  - 12Orthogonal demodulation reference signals specified for multi-user MIMO
  - Phase-tracking reference signals are used to overcome increased phase noise at higher frequencies (otherwise higher constellation QAMs, e.g., 64-QAM, cannot be used)
  - Massive MIMO with high-power user equipment (HPUE) => ×3 to 4× more throughput

Beamforming

- In mmWave, beamforming is required
- Beam management procedures include beam determination ,measurement, reporting and sweeping
- Beam recovery procedures include beam failure detection ,notification, and recovery request
- Beam management requires 3 step refinements :coarse ,medium ,and narrow beams



5. بفرض مشتركين خلويين UE1, UE2 يقعان في نفس الاتجاه بالنسبة للخلية وعلى مسافتين متفاوتتين بحيث لا يمكن تشكيل شعاع حزمة مختلف لكل منهما، هل توجد طريقة أو نظام يسمح لهذين المشتركين أن يتشاركا في لحظة واحدة نفس الموارد الراديوية على الوصلة الهابطة من حيث الحوامل الترددية والزمن والرمز؟ (10 درجات)



نعم يمكن لهما أن يتشاركا نفس الموارد باستخدام تقنية الوصول المتعدد غير المتعامد NOMA والتي تعتمد على تخصيص المشتركين بنفس ترميز القناة ولكن باستطاعة إرسال مختلفة. حيث ترسل الخلية إشارة المشترك UE2 باستطاعة أعلى من إشارة

المشترك الثاني يقوم بتحميل ملف بحجم 10 Mbyts

المشترك الثالث يستمع لمقطع صوتي بمعدل بت ثابت CBR يساوي 64 kbits/s

المشترك الرابع يتصفح موقع انستغرام ويستهلك بيانات بحجم 8 Mbytes

المشترك الخامس يستقبل رسائل نصية عبر تطبيق واتساب ويستهلك بيانات بحجم 200 kbytes

والمطلوب:

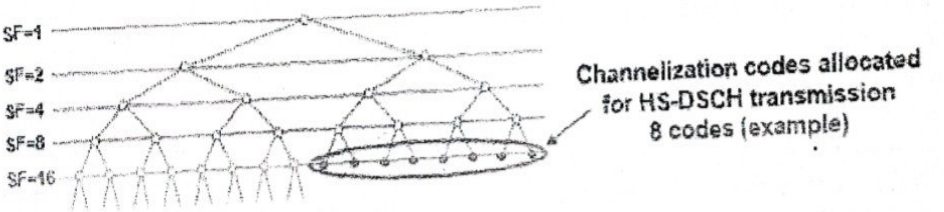
A. ماهي قناة HS-DSCH؟

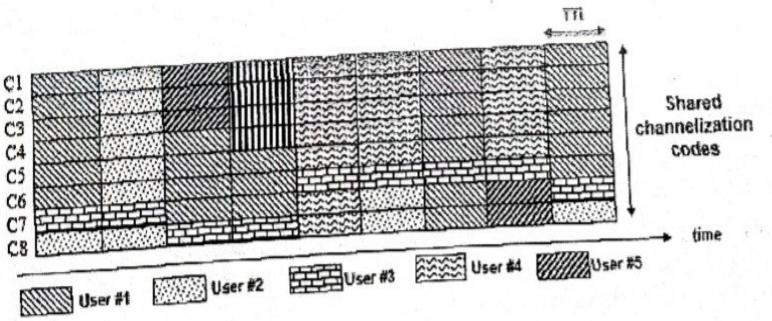
B. وضح بالرسم وبشكل تقريبي تخطيط الجدولة للمشتركين الخمسة على هذه القناة.

C. احسب قيمة الكفاءة الطيفية للقناة.

HS-DSCH هو نوع قناة نقل مشترك مشابه لـ DSCH في الإصدار 99 من الجيل الثالث. يتم تقاسم القناة بين جميع المستخدمين في قطاع معين. ومع ذلك، في حين أن الجدولة في DSCH تتم في RNC، فإن الجدولة في HS-DSCH تتم بالقرب من معدات المستخدم في الخلية BS. الغرض من القناة الجديدة هو أن تكون حامل الراديو الرئيسي لنقل المعطيات إلى المشتركين على الوصلة الهابطة DL، مما يوفر أفضل جهد خدمة رزم البيانات.

نظرًا لأن HSDPA يعتمد على تقنية CDMA بعرض حزمة 5MHz، يتم تقسيم القنوات بواسطة رموز القناة Channelization codes ومعامل نشر الطيف الترددي (SF). يتم مشاركة HS-DSCH في عدد من رموز القناة بمعامل نشر SF=16. بالإضافة إلى ذلك يتم مشاركتها في المجال الزمني. تتم جدولة المشتركين خلال الفاصل الزمني للإرسال (TTI) ومدته الزمنية ثابتة وتساوي 2 مللي ثانية. نظراً لأن HSDPA هي خدمة أفضل جهد best effort، يمكن تخصيص جميع الرموز لمستخدم واحد أثناء TTI، أو يمكن تقسيمها بين عدة مستخدمين.





احسب قيمة الكفاءة الطيفية:

الكفاءة الطيفية هي معدل نقل البيانات الذي يمكن إرساله ضمن حزمة طيف محددة لقناة نقل معلومات معينة أو هي كمية البتات التي يمكن نقلها خلال واحدة الزمن وعبر واحدة التردد

لدينا من معطيات المسألة:

عرض حزمة القناة B = 5MHz لأن HSDPA تستخدم طيف الجيل الثالث المحدد بـ 5MHz لكل قناة

الزمن t = 100 ثانية

$$D = 8 \times 64.10^6 + 8 \times 10.10^6 + 100 \times 64.10^3 + 8 \times 8.10^6 + 8 \times 200.10^3$$

$$D = 664.10^6\ bits$$

سلم تصحيح مقرر الخليوي المتقدم – السنة الخامسة - الدورة الأولى 2022

1. كيف يمكن معرفة معلومات حالة القناة في الاتصالات الخلوية اللاسلكية وما الفائدة منها؟ (10 Marks) .

معلومات حالة القناة هي خصائص وصلة أو قناة الاتصال بين مرسل ومستقبل والتي يتم تقديرها من خلال خوارزميات تقدير حالة القناة.

عند إرسال المعلومات عبر قناة لاسلكية من المرسل إلى المستقبل، يمكن استخدام تسلسل تدريب محدد معروف ومتفق عليه بين المرسل والمستقبل. والذي يتم إرساله قبل نقل البيانات والغرض منه هو تقدير حالة القناة.

يستفاد من معلومات حالة القناة التي يتم تحديثها باستمرار في عملية فك التشفير بشكل صحيح.

في حالة الوصلة الهابطة (BS إلى MS)، يُرسل تسلسل تدريب في فترة تمهيد الاتصال في بداية إطار الوصلة الهابطة لإجراء تقدير القناة عند المستقبل. يقدر MS معاملات القناة الأولية بناءً على التمهيد المستقبل. ثم تُدرج رموز التدريب في كل رشقة بيانات DL وفقًا لنمط معروف لكي يستطيع MS تتبع القناة. في حالة الوصلة الصاعدة (MS إلى BS)، يمكن تطبيق ما يسمى بسبر الوصلة الصاعدة uplink sounding. وبشكل أدق، ترسل MS تسلسل تدريب محدد للمحطة القاعدة لتتمكن من تقدير حالة القناة.

يمكن حساب قناة OFDM في كل من المجال الزمني والترددي في كل من قناتي UL و DL، يجب أن يعمل مقدر القناة بشكل صحيح إذا كان وقت تماسك القناة أكبر بخمس مرات من طول الإطار.

بفرض s(t) هي الإشارة المرسلة و y(t) هي الإشارة المستقبلة و n(t) هي إشارة الضجيج الغوصي الأبيض المضاف و h(t) هو تابع النقل للقناة اللاسلكية فإن:

$$y(t) = h(t).s(t) + n(t)$$

بإهمال الضجيج n(t) وسلسلة التدريب هي s(t) يتم حساب h(t) في المستقبل ليكون

$$h(t) = \frac{y(t)}{s(t)}$$

يساعد تابع القناة مفكك ترميز الإشارة (للقنوات التي لا تحتوي على تغذية راجعة) على الكشف الصحيح للإشارة المستقبلة التي تحوي المعلومات أو كلاً من المشفر ومفكك التشفير (للقنوات ذات التغذية الراجعة) لضبط معلمات الإرسال وبارامتراته من أجل إرسال الإطار القادم. إذ يطبق تابع نقل يعاكس تابع نقل القناة على الإشارة قبل إرسالها وذلك بفرض أن القناة مستقرة زمنياً لفترة تتجاوز زمن خمس إطارات على الأقل.

2. في إشارة OFDMA يتم إضافة بادئة دورية Cyclic Prefix في بداية كل رمز، ما هي وما الهدف منها وكيف يتم تحديد طولها الزمني ولماذا لم نستعض عنها بفترة حماية فارغة؟ (10 درجات)

بسبب انتشار إشارة OFDMA عبر قناة متعددة المسارات يحدث تداخل بين الرموز ISI نتيجة فرق المسار بين المسارات المختلفة ومن أجل تحديد هذا التداخل يتم إضافة البادئة الدورية وهي جزء من نهاية كل رمز يتم نسخه وإضافته في بداية الرمز بحيث يكون التداخل بين رمزين متتالين ضمن المجال الزمني للبادئة الدورية. في الاستقبال يتم حذف البادئة الدورية من كل رمز وبالتالي التخلص من التداخل بين الرموز وهذا هو الهدف منها. يتحدد طولها الزمني بـ 160 عينة (Samples) أي 5.2 ميكروثانية للرمز الأول و 144 عينة أي 4.7 ميكروثانية لباقي الرموز حيث يوجد 7 رموز في كل حيز زمني

إذا كان تأخير الانتشار لأحد المسارات المعتبرة يتجاوز الطول الزمني للبادئة الدورية العادية، فإن ذلك يشير إلى ضرورة استخدام البادئة الدورية الممتدة. يتحدد الطول الزمني للبادئة الدورية الممتدة بـ 512 عينة (Samples) أي 16.7 ميكروثانية لجميع الرموز حيث يوجد 6 رموز في كل حيز زمني في حالة البادئة الدورية الممتدة.

فترة الحماية الفارغة غير مرغوبة لأنها تسبب انقطاع بالإشارة واستخدام البادئة الدورية كجزء من نهاية الرمز يحقق غايتين هما:

تحقيق تكرار دوري في الإشارة والتي تفيد في كشف الإشارة

المحافظة على سوية طاقة متقاربة للإشارة وتقليل التفاوت في نسبة استطاعة القمة للاستطاعة المتوسطة PAPR

3. بفرض تم جدولة 5 مشتركين في نظام HSDPA خلال فترة 100 ثانية على قناة HS-DSCH وفق الخدمات التالية لكل مشترك. (20 درجة)

المشترك الأول يقوم باستقبال مقطع فديو بحجم 64 Mbytes