الدخول المتعدد Multiple access

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الدخول المتعدد

تعريف التعادد:

مفهوم التعادد، الدمج أو التنضيد جميعها مسميات لعملية إرسال المعلومات أو الإشارات من أكثر من مصدر أو أكثر من مرسل إلى أكثر من مستقبل عبر **قناة إتصال واحدة** سوا كانت عملية الإرسال في نفس الوقت أو في أزمنة مختلفة

- أيضاً الدخول المتعدد يعرف علي أنه مقدرة عدد من المشتركين للدخول علي منظومة الاتصالات المعنية لإجراء عمليات التراسل

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الدخول المتعدد

- بالنسبة للقمر الاصطناعي فإن الترانسبوندر يمثل قناة الاتصال ويحدث الدخول المتعدد عندما تطلب أكثر من محطة أرضية التراسل عبر قناة القمر المعني
- أهم أنواع الدخول المتعدد هي

i. الدخول المتعدد بتقسيم التردد **FDMA**

ii. الدخول المتعدد بتقسيم الزمن **TDMA**

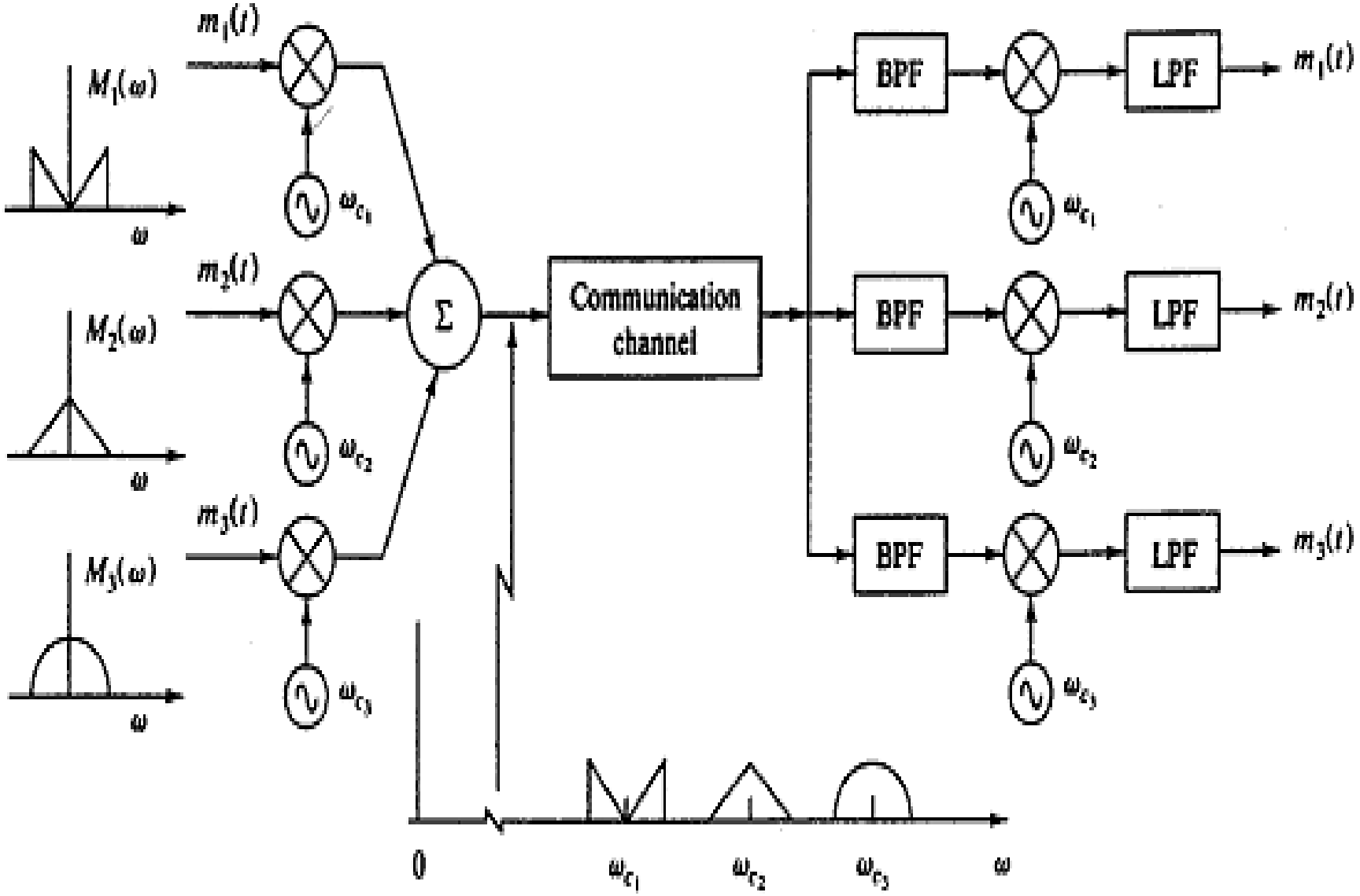
iii. الدخول المتعدد بتقسيم الكود **CDMA**

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الدخول المتعدد بتقسيم التردد FDMA

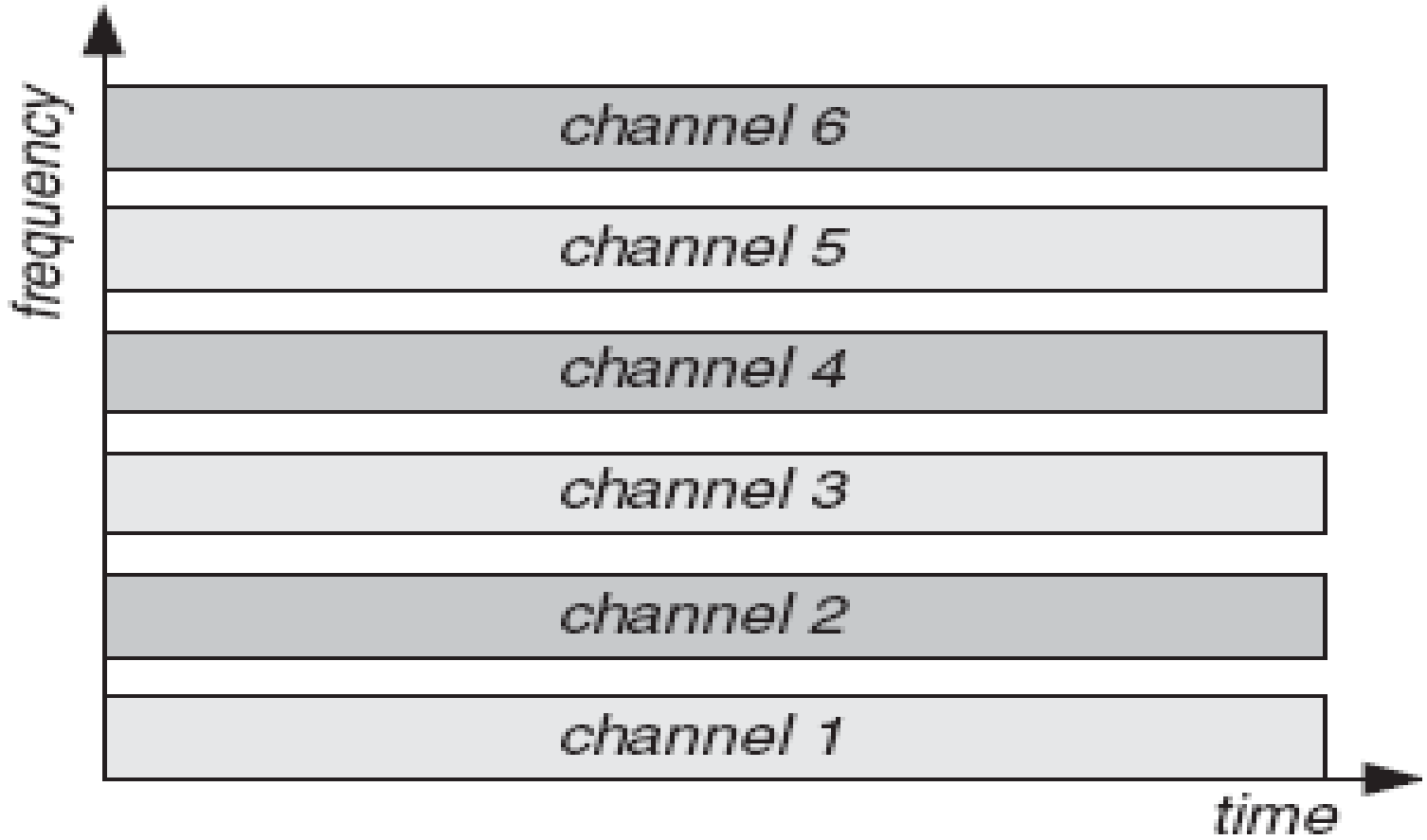
- الدخول المتعدد بتقسيم التردد FDMA هو نظام تعادد تماثلي يقوم بتقسيم المجال الترددي إلى ترددات مختلفة للإرسال، وترسل جميعها في آن واحد على وسط او قناة إتصال واحدة.
- في الرسم أدناه يتم توضيح الإرسال المتزامن لثلاثة إشارات عن طريق الـFDMA باستخدام طيف الإشارات في الحيز الترددي بحيث تظهر إشارات المعلومات والتي يتم تضمينها قبل أن تجمع مع بعضها البعض عبر قناة إتصال واحدة.
- عند طرف الاستقبال في نهاية قناة الاتصال يتم فصل الإشارات المضمنة عن بعضها بواسطة مرشحات إمرار الحزمة BPFs وبعد ذلك يتم إعادة تضمين كل إشارة لوحدها

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري



FDMA

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري



الدخول المتعدد بتقسيمُ التردد FDMA

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الدخول المتعدد بتقسيم التردد FDMA

- عند تقسيم نطاق الترددات الى ترددات مختلفة يجب مراعاة عدم تداخل ترددات الإشارات المختلفة مع بعضها البعض والذي يسبب ما يعرف بعملية التداخل (ISI) أو تداخل الرموز Intersymbol Interference والذي يؤثر سلبا عند استرجاع الإشارات في طرف الاستقبال.
- ولتجنب هذه الظاهرة يتم تقسيم الترددات بحيث تكون متباعدة عن بعضها البعض بفاصل ترددي ضئيل لا يحمل إشارة يسمى بالحزمة الحارسة Guard Band .
- تستخدم عملية الـ FDMA في الأنظمة التماثلية مثل أنظمة الهواتف وأنظمة البث الإذاعي المختلفة وأنظمة البث التلفزيوني.

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الدخول المتعدد بتقسيم التردد FDMA

- القمر الاصطناعي يحتوي علي 12 ترانسبوندر كل قناة بعرض نطاق 36 MHz ويتم فصل القنوات المتجاورة ب 4MHz
- يمكن للقمر أن يحمل 600 قناة صوتية بتعديل تماثلي
- التراسل التماثلي يعاني كثيراً من تأثير الضوضاء ويحتاج لعرض نطاق واسع لتحسين عملية التراسل
- التراسل الرقمي أقل تأثيراً بالضوضاء ويمكن إرسال 800 قناة صوتية

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الدخول المتعدد بتقسيم التردد FDMA

- تراسل **FDMA** يمتاز بالبساطة وأقل تعقيداً ولا يحتاج إلي عملية تزامن
- نظام **FDMA** يخصص ناقل لكلـ قناة SCPC Single Carrier Per Channel
- المعلومات المرسلة يمكن أن تكون صوت أو بيانات والتعديل يمكن أن يكون تماثلي **FM** أو رقمي **PSK**

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الدخول المتعدد بتقسيم التردد FDMA

- من ميزات SCPC في حالة إرسال الصوت فإنه يحتل 40% من الزمن لأن الصوت لا يكون مستمراً طول الزمن لأن هنالك فراغات بين الكلمات وهذا يؤدي إلي تقليل القدرة المستهلكة في عملية التراسل ويكون التراسل في نسبة الزمن النشط فقط 40%
- نسبة الإشارة إلي الضوضاء بالنسبة لـ SCPC/FM/FDMA

$$\frac{S}{N} = \frac{C}{N} \times 3B \times \frac{f_d^2}{f_2^3 - f_1^3}$$

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الدخول المتعدد بتقسيم التردد FDMA

- حيث:-

C : قدرة الناقل عند دخل المستقبل

N: قدرة الضوضاء في عرض النطاق **B**

f_d : تردد نقمة الاختبار test tone

f_2 : التردد الأعلىupper baseband frequency

f_1 : التردد الادني lower baseband frequency

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الدخول المتعدد بتقسيم التردد FDMA

- في حالة التراسل باستخدام
- SPADE (SCPC, PCM, Multiple Access, Demand, Assigned, Equipment) فإن عرض نطاق الترانسبوندر يقسم إلي عدد من القنوات ويخصص تردد ناقل لكل قناة
- في هذه الحالة يكون التراسل مزدوج وكذلك لا بدأ من تخصيص قناتين بترددين

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الدخول المتعدد بتقسيم التردد FDMA

- في نظام الـ **SPADE** فإن المحطة الأرضية يخصص لها ترددات حرة وعندما يطلب مشترك قناة لعملية التراسل فإن المحطة الأرضية تخصص ترددين من تلك الترددات الحرة لإجراء عملية التراسل في الاتجاهين Two-way link
- عند الانتهاء من عملية التراسل فإن المحطة الأرضية تقوم بإخطار المحطات الأرضية الأخري بأن هذه المحطة قد أكملت عملية التراسل وهذه الترددات أصبحت حرة يمكن التراسل بها مرة أخري بواسطة أحدي القنوات

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الدخول المتعدد بتقسيم التردد FDMA

- سعة القناة تحدد بإيجاد $C/N_\circ$

$$(C/N)_{threshold} = (E_b/N_\circ)_{threshold} - B + R + M$$

- حيث:-

$(C/N)_{thres}$:نسبة الناقل إلي الضوضاء عند معدل أخطاء محدد

$(E_b/N_\circ)_{thres}$:نسبة طاقة البت غلي كثافة الضوضاء

B : عرض نطاق الضوضاء بالنسبة للناقل

R : معدل إرسال الإشارة الرقمية

M : سماحية النظام المسموح به

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الدخول المتعدد بتقسيم التردد FDMA

- في نظام القنوات المتعددة باستخدام ناقل واحد MCPC (Multiple Channel Per Carrier) في هذا النظام فإن القنوات الصوتية يتم ربطها في قناة واحدة يتم الفصل بينها لمنع التداخل ثم ترسل بواسطة ناقل واحد باستخدام الدمج Multiplexing
- أيضاً في حالة التراسل الرقمي يستخدم التعديل **PSK** في هذه الحالة ترسل عدد من القنوات الصوتية بناقل واحد MCPC/PSK/FDMA

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الدخول المتعدد بتقسيم التردد FDMA

- في حالة الإرسال التلفزيوني فإن الإشارة المرسلة تتكون من مركبتين صوت وفيديو
- يمكن أن تعدل إشارة الصوت الرقمية بناقل جزئي sub-carrier وتركب مع إشارة الفيديو في إشارة واحدة وتعدل بنظام FDM/FM وفي هذه الحالة فإن S/N تعطي بالعلاقة الآتية

$$\frac{S}{N} = \left(\frac{f_d}{f}\right)^2 \frac{B}{2b}\frac{C}{N}$$

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الدخول المتعدد بتقسيم التردد FDMA

- حيث:-

f_d : تردد انحراف القمة peak deviation

B : عرض نطاق الفيديو

b : عرض نطاق الناقل الجزئي

C/N : نسبة الحامل إلي الضوضاء بالنسبة للإشارة المركبة

- يمكن التعبير عن S/N بالعلاقة الآتية

$$S/N = \left(E_b/N_\circ\right)\frac{R}{b}M$$

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الدخول المتعدد بتقسيم التردد FDMA

- حيث:-

R : معدل تراسل البيانات للإشارة الرقمية

M: سماحية النظام

$$\frac{E_b}{N_\circ} = \left(\frac{f_d}{f}\right)^2 \frac{B}{2RM}\frac{C}{N}$$

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الدخول المتعدد بتقسيم الزمن TDMA

- من الأهداف الأساسية لاتصالات الفضاء هو المحافظة علي أقصي سعة للمنظومة مع تحقيق نسبة مقبولة من الإشارة إلي الضوضاء عند نهاية المستقبل خلال فترة عمل القمر
- باستخدام FDM- FM-FDMA فإن تحقيق السعة القصوى للمنظومة عملياً غير ممكن وذلك لاستخدام مكبرات القدرة TWTA
- مكبرات القدرة TWTA تحدث تشوه عند التكبير العالي للقدرة

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الدخول المتعدد بتقسيم الزمن TDMA

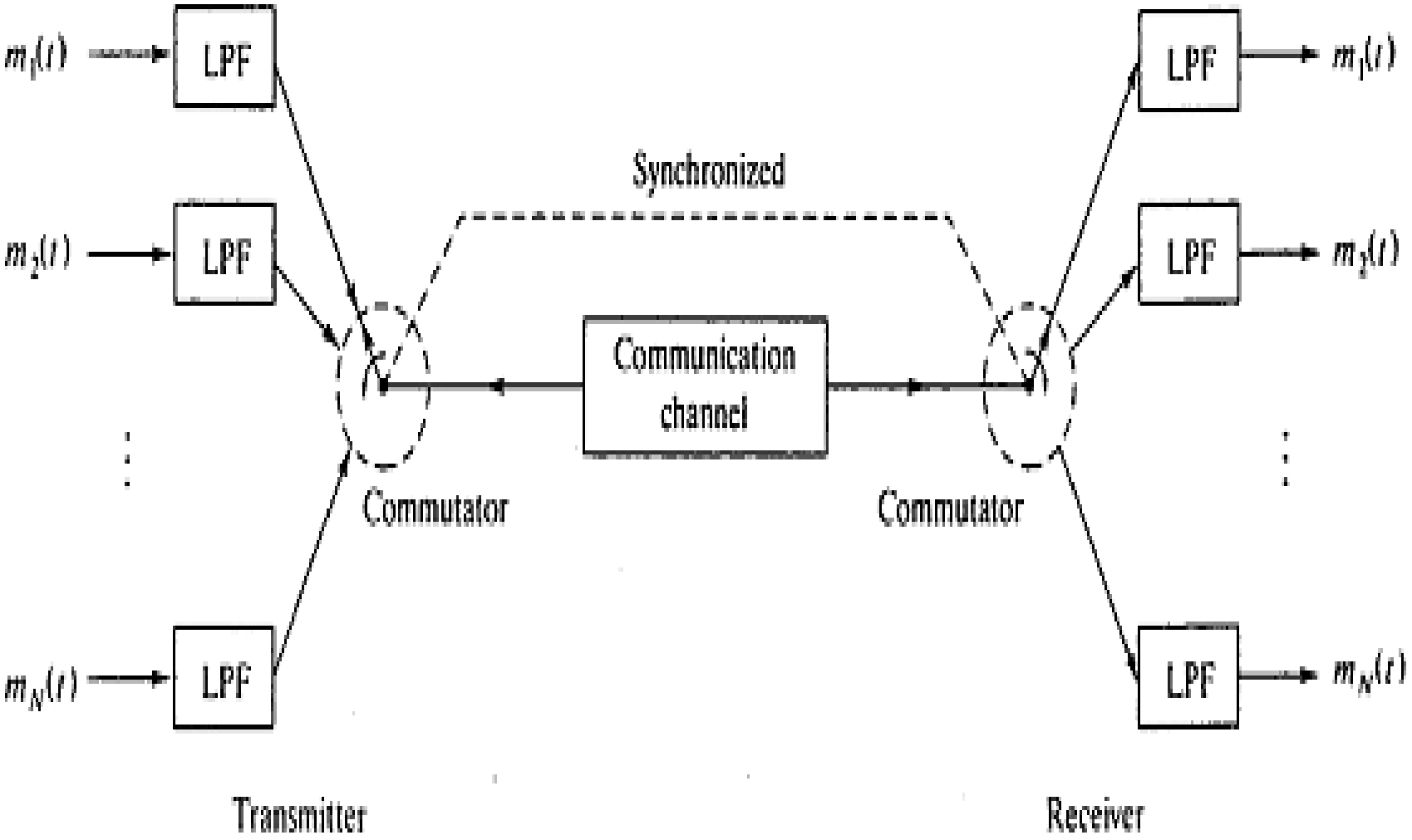
- لتقليل هذا التشوه لا بدأ من أن تعمل المنظومة بقدرة أقل من القدرة القصوى
- بالنسبة للدخول المتعدد بتقسيم الزمن فإنه مكن كل المحطات الأرضية بالربط بالشبكة
- كل محطة ترسل حزمة صغيرة تسمي Burst من البيانات الرقمية المرمزة بطريقة متزامنة بحيث لا يكون هنالك حزمتين يحدث بينهما تداخل

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الدخول المتعدد بتقسيم الزمن TDMA

- في الشكل أدناه يتم تحديد عرض الحزمة لكل إشارة دخل بواسطة مرشحات الإمرار المنخفض LPFs لإزالة الترددات الغير أساسية أو الغير مرغوب فيها والتي لا تمثل الإشارة .
- يتم إدخال خرج المرشحات إلى دائرة تبديل إلكترونية تعمل كمفتاح دائري تسمى Commutator ، كل العينات أو النبضات ترسل متزامنة عبر قناة إتصال واحدة بما يعرف بالـTDMA

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري



TDM

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الدخول المتعدد بتقسيم الزمن TDMA

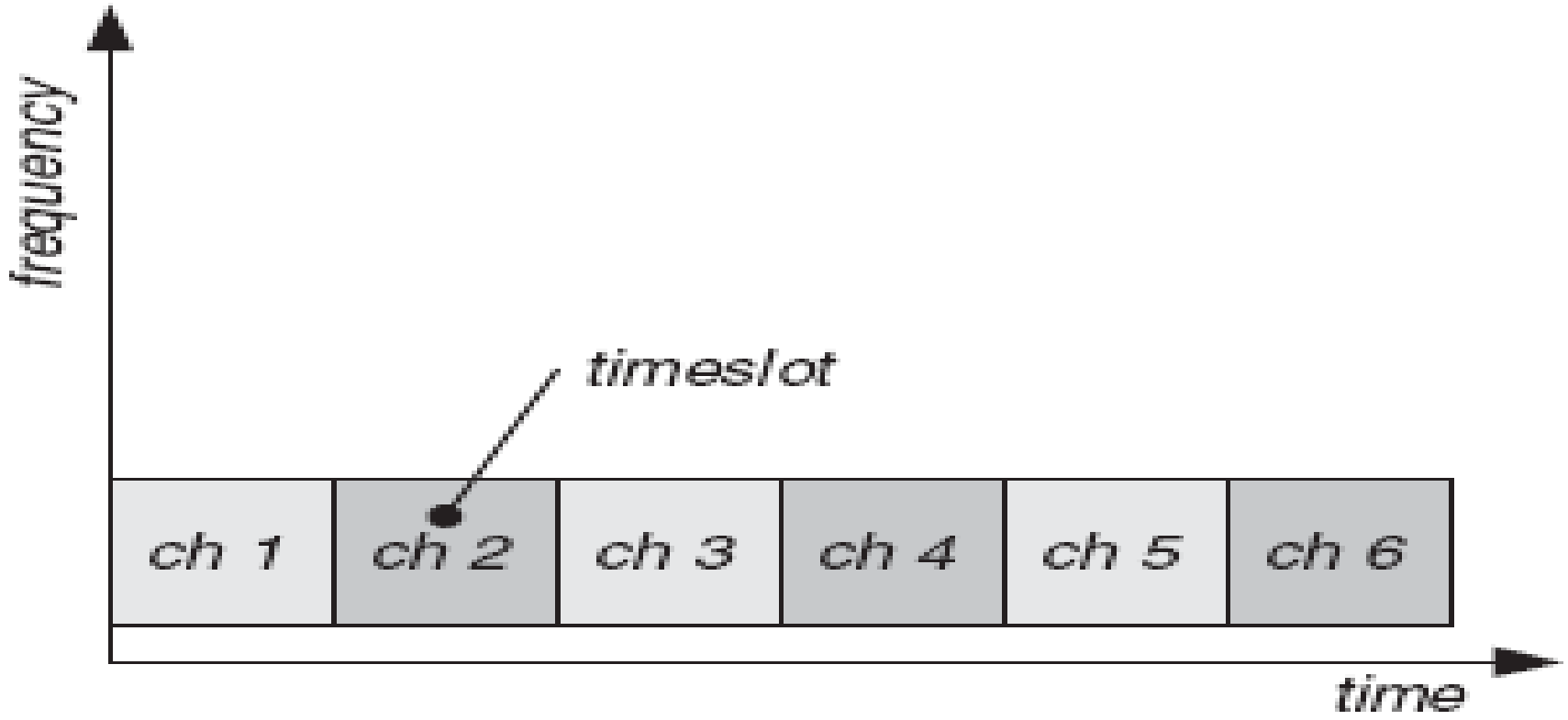
- عمل النظام المثالي الذي يستخدم عملية الـTDMA يعتمد الى حد كبير على مدى مثالية أو دقة عملية التزامن Synchronization بين المرسل والمستقبل عن طريق دائرتي التبديل
- أقل عرض حزمة مطلوب لعملية الإرسال عبر تقنية الـTDMA يتناسب مع عرض نطاق الحزم الترددية لكل من الإشارات المرسلة مع الأخذ في الإعتبار عددها

$$f_{TDM} = \frac{1}{2T} = \frac{n}{2T_s} = \frac{1}{2} n f_s \geq n f_m$$

حيث n: عدد الإشارات المرسلة

fm: تردد إشارة المعلومات

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري



TDMA

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الدخول المتعدد بتقسيم الزمن TDMA

- في حالة استخدام ناقل واحد للترانسبوندرSCPC فإن قناة الترانسبوندر تكون بكامل السعة مخصصة لذلك الناقل في الفترة المحددة وكل عرض النطاق يخصص لذلك الناقل
- هذا يؤدي إلي مشاركة عدد كبير من القنوات أن ترسل بالتزامن وبنفس الناقل باستخدام التعديل الرقمي بإرسال حزم صغيرة بدون حدوث تداخل بين تلك الحزم ومن ثم يمكن للقمر أن يعيد إرسال تلك الحزم إلي المحطات الأرضية المختلفة

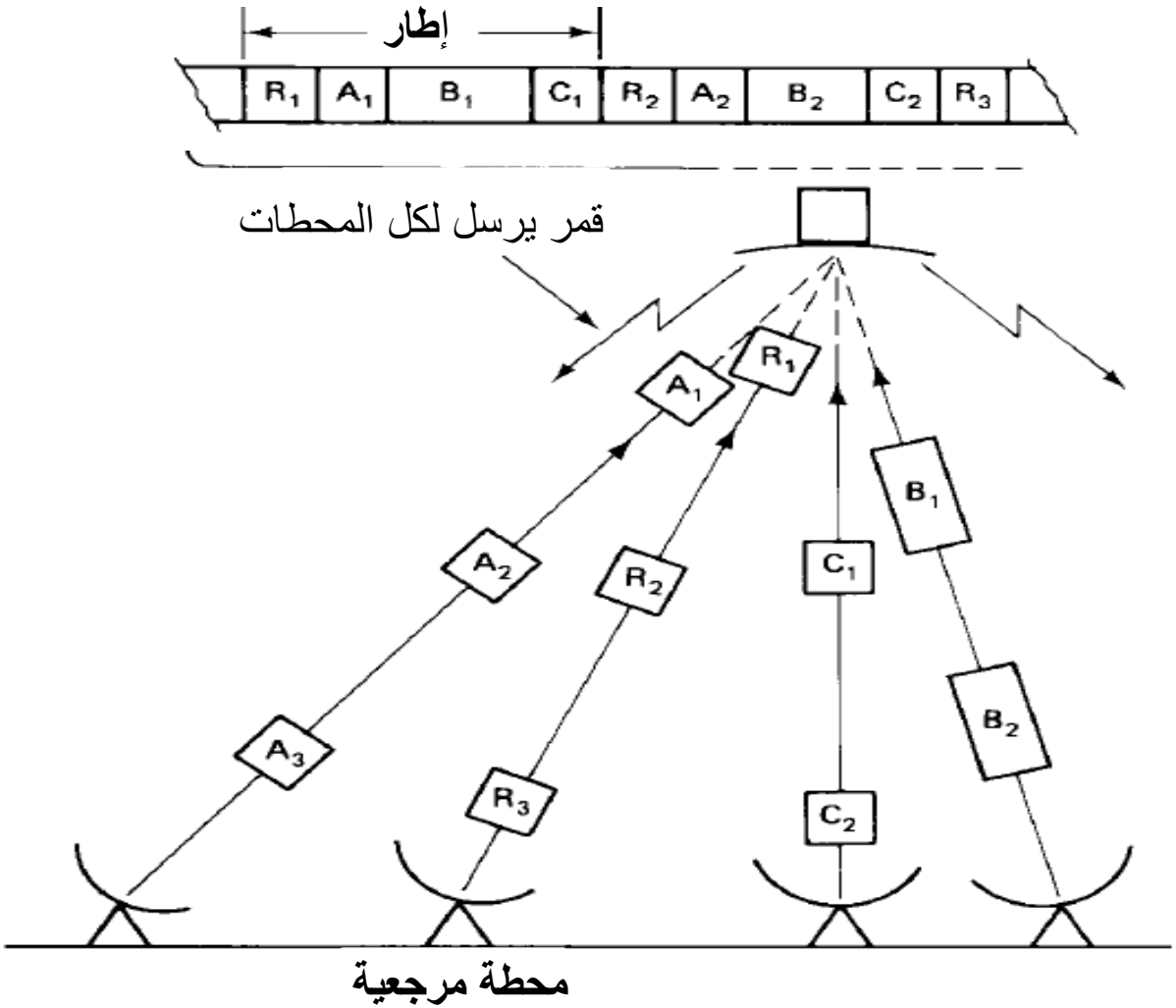
د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الدخول المتعدد بتقسيم الزمن TDMA

- هنا تبرز أهمية التزامن بين المحطات الأرضية المختلفة ولذلك تكون هنالك محطة أرضية مرجعية هي المسؤلة عن عملية التزامن بين المحطات الأرضية المختلفة لمنع حدوث تداخل بينها
- في حالة **TDMA** يكون التراسل عبر إطار Frame ويتكون من الأتي

i. حزمة صغيرة مرجعية reference burst
ii. حزم حركة بيانات Traffic
iii. يوجد فاصل بين تلك الحزم يسمي guard band

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري



محطة أرضية ل مرجعية قمر اصطناعي ترسل حزمة للتزامن بين المحطات

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الدخول المتعدد بتقسيم الزمن TDMA

- بالنسبة لأي محطة أرضية خصص لها فترة لإرسال بيانات تقوم أولاً بإرسال نبضة قياسية إلي الترانسبوندر وإلي كل المحطات الأرضية الأخري في الشبكة
- أيضاً يمكن لمحطة أرضية أخري أن ترسل نبضة مرجعية أخري في حالة فشل النبضة القياسية الأولي
- النبضات القياسية لا تحمل أي معلومات ولكنها تعطي مرجعية للتراسل المطلوب بواسطة كل المحطات الأرضية وكذلك الترانسبوندر في القمر

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الدخول المتعدد بتقسيم الزمن TDMA

- طول الإطار يختلف حسب النظام بعض الأنظمة طول الإطار لها عبارة عن 20ns وأخري طول إطارها 2ms
- تتكون الحزمة المرجعية من الأتي:-

  CCR- carrier clock recovery

  UW – unique word

  S – signaling channel
- CCR يكون في بداية حزم TDMA ليمكن مزيل التعديل عند المستقبل لكشف طور الناقل وهذا يؤدي إلي تثبيت معدل الأخطاء للبتات BER عند الحد الأدني

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الدخول المتعدد بتقسيم الزمن TDMA

- طول CCR مرتبط مباشرة بمعدل إرسال البتات بالنسبة لنظام TDMA المستخدم
- تكون كلمة CCR طويلة إذا كان معدل إرسال البيانات عالي وتكون قصيرة إذا كان معدل إرسال البيانات عالي قصير او متوسط يصل إلي 400 bit عند إرسال بمعدل 120Mbps

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الدخول المتعدد بتقسيم الزمن TDMA

❑ سعة القناة وكفاءة الإطار

- كفاءة الإطار تعرف علي أنها النسبة بين الزمن المخصص لإرسال البيانات إلي الزمن الكلي للإطار ويعطي بالعلاقة الآتية:-

$$\eta = 1 - \frac{P(2+n)}{T_f R}$$

η : كفاءة الإطار

R :معدل البيانات الكلي

n : عدد حزم البيانات في الإطار

P : عدد البتات المستخدمة للتحكم والتعرف والعناوين وتصحيح الأخطاء

T_f : زمن الإطار

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الدخول المتعدد بتقسيم الزمن TDMA

- في الأنظمة العملية فإن الكفاءة المطلوبة تتراوح بين 90-95% في أنظمة Intelsat التي تعمل علي TDMA فإن عدد قنوات الصوت القصوى تعطي بالعلاقة الآتية

$$k = \frac{R}{\eta r}$$

- حيث:-

k : عدد قنوات الصوت

R : معدل إرسال البيانات الكلي للقمر

η : كفاءة الإطار

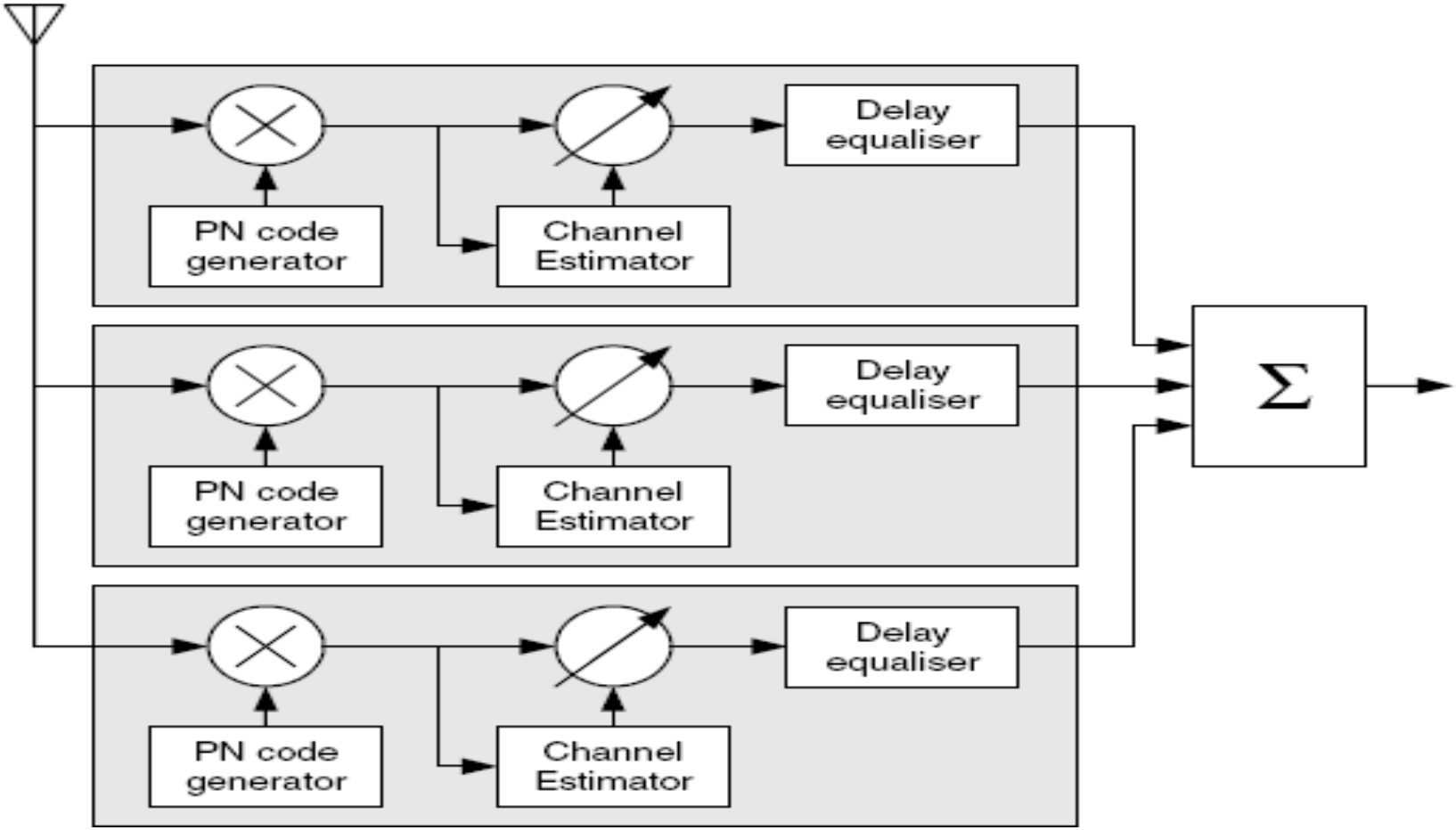
r : معدل البيانات لقناة الصوت

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الدخول المتعدد بتقسيم الكود **CDMA**

- الدخول المتعدد بتقسيم الكود يسمح لعدد كبير بالدخول علي المنظومة باستخدام ناقل واحد في زمن واحد وعلي نفس عرض النطاق
- أيضاً CDMA يسمي الطيف الممدود **SSMA** كل إشارة ترسل بواسطة كود يسمي **PN** وفي هذه الحالة يسمي الكود المتعامد Orthogonal code
- معدل البتات بالنسبة لـ CDMA يجب أن يكون عالي جداً لكي تمدد الرسالة علي كل عرض النطاق

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري



DS/CDMA

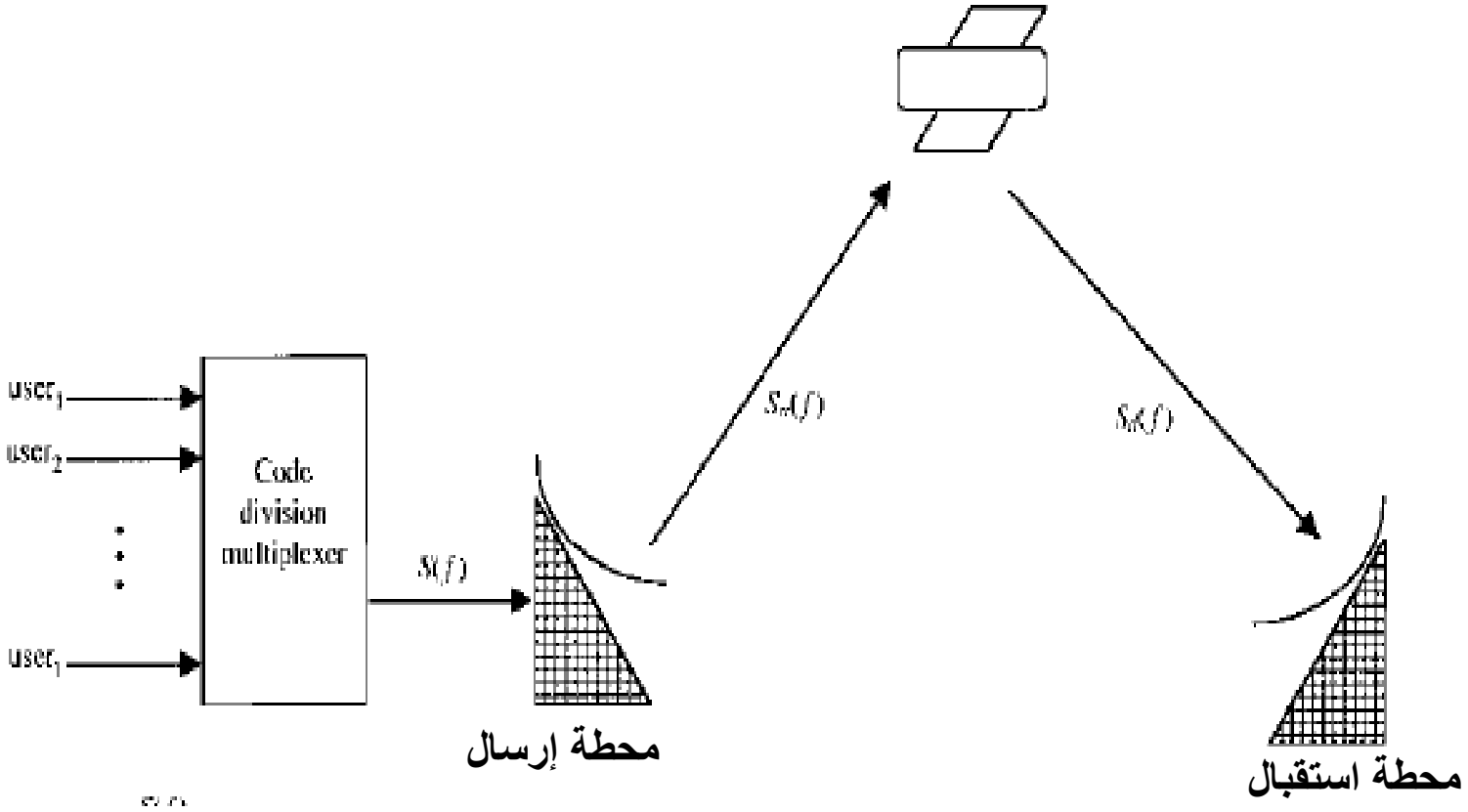
د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الدخول المتعدد بتقسيم الكود CDMA

- عند المستقبل يجب أن يكون هنالك تزامن باستخدام نفس مسلسل PN لاسترجاع الإشارة المرسلة
- هنالك نوع أخر من الكود يسمي Space division multiple access (SDMA) له ميزات من أهمها

i. يعتمد علي مكان المستخدم
ii. مفيد جداً في المناطق السكنية
iii. له كفاءة عالية باستخدام تقنية أعادة استخدام التردد
iv. يستخدم بكثرة في تطبيقات تتبع المركبات

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري



قمر اصطناعي يستخدم الكود CDMA

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الدخول المتعدد بتقسيم الكود CDMA

- عند المستقبل هنالك عدد من الإشارات الأخري المرسلة وتظهر كضوضاء بالنسبة للـ DS/CDMA
- أفرض أن الإشارة المرسلة هي $m_i(t)$ وترسل بكود عبارة عن $a_i(t)$ يمكن أيضاً أن تكون هنالك إشارة معلومات $m_j(t)$ وترسل بكود $a_j(t)$ عند المستقبل تكون الإشارة كالأتي

$$\left[a_i^2(t)\right]\left[m_i(t)\right]+\sum_{j=1,\, j\neq i}^{N}\left[a_i(t)\right]\left[a_j(t)\right]m_j(t)$$

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الدخول المتعدد بتقسيم الكود CDMA

- حيث j هي الإشارة الغير مرغوب فيها و N عدد الدخول

$$\int_0^T a_i^2(t) = 1$$

- حيث $\overline{\left|a_i^2(t)\right|}\left|m_i(t)\right|$ هي الإشارة المطلوبة والجزء الثاني هي الإشارات الغير مرغوب فيها وتساوي صفر حيث

$$\int_0^T \left[a_i(t)a_j(t)\right] = 0 \quad i \neq j$$

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الدخول المتعدد بتقسيم الكود **CDMA**

- عملياً الكود ليست كلها متعامدة ولذلك يكون أداء المنظومة ليس مثالياً مما ينتج عن ذلك توهين
- أيضاً يمكن استخدام frequency hopping بالنسبة لـ **CDMA** ويستخدم **PN** لتغير التردد باستمرار وعند المحطة لا بدأ من استخدام frequency synthesis لتتبع الإشارات المتغيرة حسب الترد

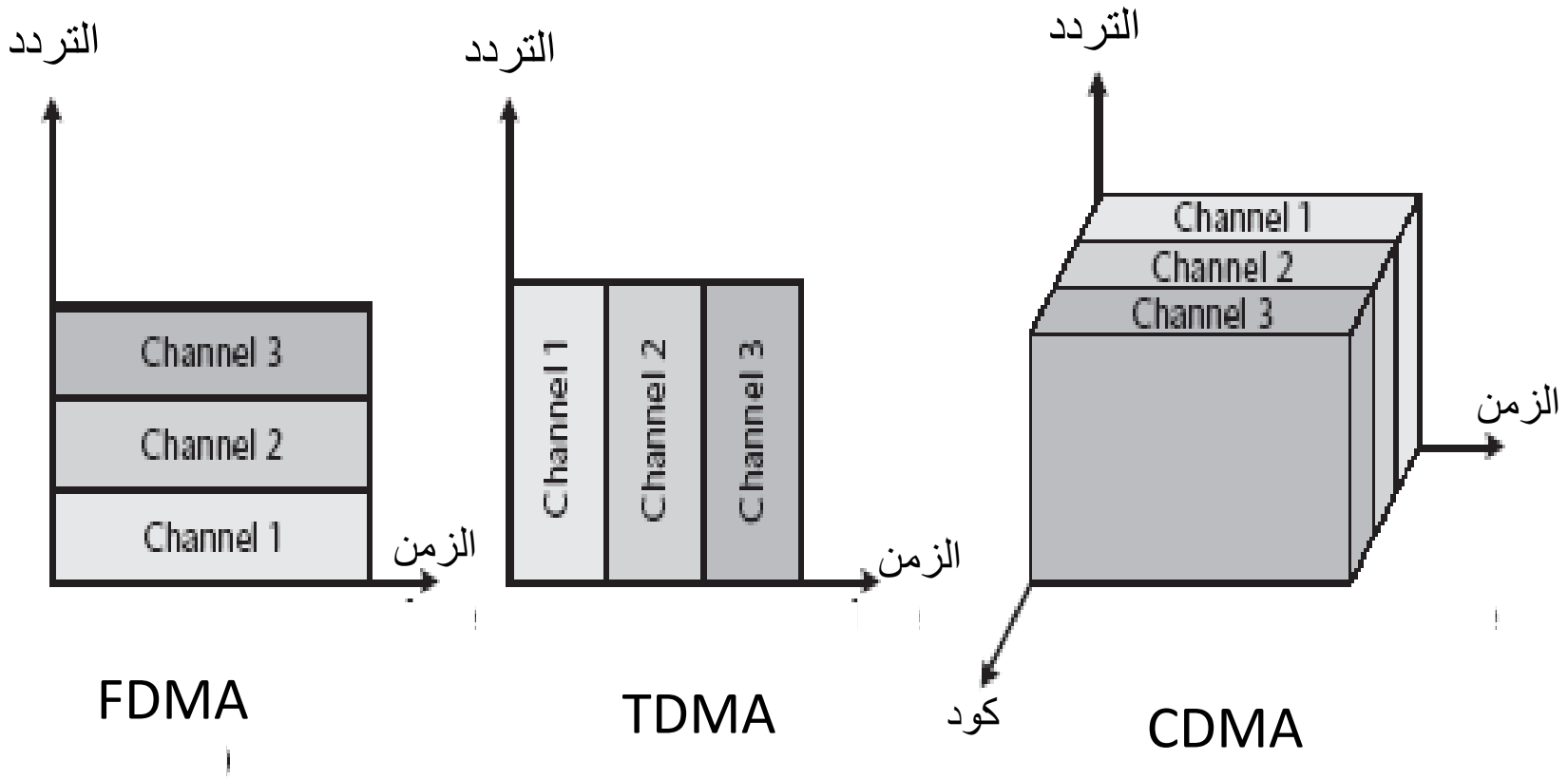
د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

الدخول المتعدد بتقسيم الكود CDMA

❖ ***مميزات CDMA***

- ✓ الأمنية العالية
- ✓ السماحية للنظام
- ✓ مقاومة الخوت

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري



الدخول المتعدد

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري