[19] المملكة العربية السعودية SA
مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

[11] رقم البراءة: ٢٦٠٧
[45] تاريخ المنح: ١٤٣٢/٠٤/٠١ هـ
الموافـــق: ٢٠١١/٠٣/٠٦ م

[12] براءة اختراع

[72] اسم المخترع: هوا- صن يو، جي- هو جانج، جاي- هو جيون، سيونج- جو ماينج
[73] مالك البراءة: سامسونج اليكترونيكس كو.، ليمتد
عنوانه: ٤١٦، ميتان- دونج، يونجتونج- جو، سوون- سي، جيونججي- دو، كوريا
جنسيته: كورية
[74] الوكيل: سليمان ابراهيم العمار

[21] رقم الطلب: ٠٧٢٨٠٢٣٧
[22] تاريخ الإيداع: ١٤٢٨/٠٤/٢٥ هـ
الموافق: ٢٠٠٧/٠٥/١٢ م

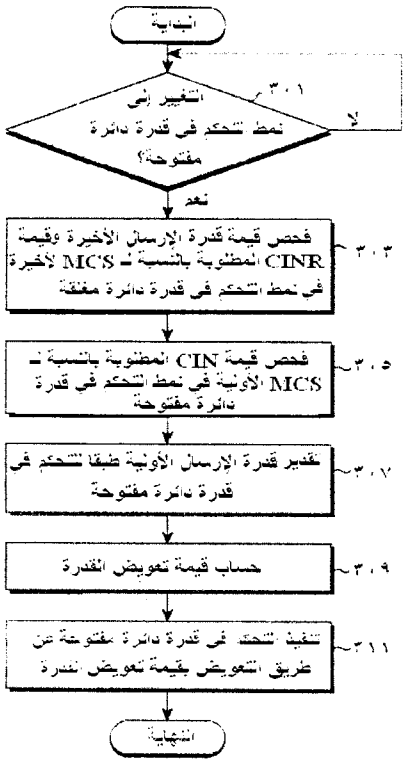
[30] بيانات الأسبقية:
KR ٠٠٤٢٩٥٨- ٢٠٠٦ ٢٠٠٦/٠٥/١٢م
[51] التصنيف الدولي (IPC[8]): H04B 7/05
[56] المراجع:
EP ١٠٧٧٥٣١ ٢٠٠٢/٠٢/٢١م
US ٢٠٠٢١٣٧٥٣٥ ٢٠٠٢/٠٩/٢٦م

اسم الفاحص: علي بن يحيى نمازي

[54] اسم الاختراع: جهاز وطريقة للتحكم في قدرة الاتصال الصاعد (UL) في نظام اتصال لاسلكي واسع النطاق

Uplink (UL) power control apparatus and method in broadband wireless communication system

[57] الملخص: يتعلق الاختراع الحالي بتقديم جهاز وطريقة للتحكم في قدرة اتصال صاعد Uplink في نظام اتصال لاسلكي wireless communication system واسع النطاق. وتشتمل المحطة المنتقلة MS على وحدة للتحكم في القدرة الغرض منها حساب قيمة لتعويض القدرة باستخدام قدرة الإرسال transmit power الأخيرة في تحكم سابق للقدرة في دائرة مغلقة closed loop عندما يتم تغيير نمط التحكم في القدرة power control mode إلى تحكم في قدرة دائرة مفتوحة open loop power control ، وتحديد قدرة الإرسال transmit power طبقاً للتحكم في قدرة دائرة مفتوحة open loop power control باستخدام قيمة تعويض القدرة؛ ومرسل الغرض منه ضبط وإرسال قدرة الإرسال transmit power لإشارة اتصال صاعد Uplink تحت سيطرة وحدة التحكم في القدرة power controller.



الشكل (٣)

عدد عناصر الحماية (١١)، عدد الأشكال (٣)

جهاز وطريقة للتحكم في قدرة الاتصال الصاعد (UL) في نظام اتصال لاسلكي واسع النطاق

Uplink (UL) power control apparatus and method in broadband wireless communication system

الوصف الكامل

خلفية الاختراع

يتعلق الاختراع الحالي بصفة عامة بجهاز وطريقة للتحكم في قدرة الاتصال الصاعد Uplink في نظام اتصال لاسلكي wireless communication system واسع النطاق، وبشكل محدد، يتعلق بجهاز وطريقة للتغيير المنتظم لنمط التحكم في قدرة من وضع إلى آخر في نظام اتصال لاسلكي واسع النطاق.

هناك أبحاث تجرى لتزويد المستخدمين بنوعية مختلفة من الخدمة (QoS) بمعدل بيانات مرتفع high data rate بغرض الوصول إلى أنظمة الاتصال من الجيل الرابع Fourth Generation. وتحديداً، أبحاث للوصول إلى خدمة التدعيم بمعدل مرتفع من أجل ضمان الحركية (القدرة على التنقل) وQoS في أنظمة الاتصال communication systems (4G) مثل المحطات اللاسلكية MS s التي تعمل في منطقة محلية wireless Local Area Networks (LAN) اللاسلكية لتي تعمل في منطقة حضرية wireless Metropolitan Area Networks (عاصمة) (MAN) مما يضمن معدلات بيانات مرتفعة high data rates ، وهي أبحاث تجرى حالياً.

ولقد تبنى نظام الاتصال ٨٠٢.١٦ لمعهد الهندسة الكهربية والإلكترونية (IEEE) مخطط إرسال متعدد لقسم التردد المتعامد (OFDM) ومخطط للدخول المتعدد على قسم التردد المتعامد (OFDMA) من أجل شبكة الاتصال واسعة النطاق broadband transmission network في القنوات الطبيعية physical channels لنظام MAN اللاسلكي. وبتطبيق مخطط OFDM/OFDMA على نظام MAN اللاسلكي، فإن نظام الاتصال ٨٠٢.١٦ IEEE يمكن من إرسال البيانات بمعدل

مرتفع وذلك عن طريق إرسال إشارة القناة الطبيعية physical channel signal باستخدام مجموعة من الإشارات الحاملة الفرعية plurality of subcarriers .

في نظام الاتصال OFDMA ، قد تعمل إشارات الاتصال الصاعد uplink (UL) signals كتداخل مفرط على المحطات المتنقلة الأخرى excessive interference to other MSs أو الخلايا المتجاورة طبقاً لقدرة الإرسال transmit power ، أو قد تسبب نقصاً في قدرة استقبال المحطة الرئيسية (BS).

وبناءً على هذا، من المطلوب توفير تحكم مناسب في القدرة طبقاً للنسبة بين الإشارة الحاملة المطلوبة والتداخل والضوضاء (CINR) required Carrier to Interference and Noise Ratio .

ونمطياً، يمكن تصنيف نمط التحكم في القدرة power control mode على نطاق واسع إلى التحكم في قدرة دائرة مغلقة closed loop والتحكم في قدرة دائرة مفتوحة open loop power control .

ويساعد التحكم في قدرة دائرة مغلقة closed loop على تعويض قدرة إرسال Uplink خاصة المحطة المتنقلة MS تحت سيطرة المحطة الرئيسية BS. ومع ذلك، قد يتسبب التحكم في قدرة الدائرة المغلقة closed loop في تقليل دقة التحكم في القدرة في نظام اتصالات حزمي. وتقوم المحطة BS بتحديد مدى التحكم في القدرة باستخدام قيمة CINR لحزم المعلومات المستقبلة في الاتصال الصاعد Uplink. وحتى عندما تقوم المحطة BS أحياناً باستقبال حزم المعلومات وتقوم بإجراء التحكم في القدرة لكل من استقبال لحزمة معلومات، فإن دقة التحكم في القدرة قد تقل حيث أنه ينشأ اختلاف في توقيت إرسال حزمة معلومات Uplink من المحطة وتوقيت توجيه التحكم في القدرة من المحطة BS.

وفي التحكم في قدرة دائرة مفتوحة open loop power control ، ويفرض أن الفقد في المسار خاصة الاتصال الصاعد يكون مساوياً للفقد في المسار للاتصال النازل (DL) path loss of the

downlink، فإن المحطة تقوم بنفسها بضبط قدرة الإرسال transmit power لإشارة الاتصال الصاعد UL signal وذلك عن طريق تقدير الفقد في المسار للاتصال النازل DL estimating. وهذا معناه، أن المحطة تقوم بضبط قدر اشارة صاعدة UL power using باستخدام CINR المطلوبة المستقبلة من المحطة BS، والمعلومة المتعلقة بالتداخل ومستوى الضوضاء للاتصال الصاعد، والفقد في المسار للاتصال النازل DL. كما يمكن أن تقوم المحطة BS علاوة على هذا بتوجيه الضبط الدقيق إلى المحطة على أساس قيمة CINR لحزم المعلومات المستقبلة.

وطبقاً لما سبقت مناقشته عاليه، فإن التحكم في قدرة الدائرة المفتوحة open loop power control يمكن بصفة عامة من تحسين دقة التحكم في القدرة وذلك بفضل الضبط الذي تقوم فيه المحطة MS بنفسها للقدرة والتوجيه الإضافي لضبط القدرة الذي تقوم به المحطة BS، مقارنة بالتحكم في قدرة دائرة مغلقة closed loop .

ولهذا، فإن المحطة MS في نظام الاتصال OFDMA تقوم بإجراء التحكم في قدرة دائرة مغلقة closed loop في طور الدخول الأولي للمحطة، ثم تقوم بإجراء التحكم في قدرة دائرة مفتوحة open loop power control عن طريق تغيير نمط التحكم في القدرة power control mode من وضع لآخر.

شكل رقم ١ يوضح إجراء تقليدي لتغيير الوضع من التحكم في قدرة دائرة مغلقة closed loop إلى التحكم في قدرة دائرة مفتوحة في نظام اتصال لاسلكي wireless communication system واسع النطاق.

عند الدخول الأولي، تقوم المحطة MS ١٠المبينة في شكل ١ باستقبال وسائل تصف قناة الاتصال النازل receives Downlink Channel Description / تصف قناة الاتصال الصاعد (UCD/DCD)

من المحطة BS ٢٠ في الخطوة ١٠١، وتحصل على المعلومات (المتغيرات) المطلوبة للدخول الأولي من الرسائل المستقبلة. وعند قيامها بهذا، يمكن للمحطة ١٠ الحصول على المتغيرات المتعلقة بالتحديد الأولي للمدى. وتقوم المحطة ١٠ باستقبال المعلومات المتعلقة بالتداخل ومستوى الضوضاء من المحطة BS ٢٠ وذلك في الخطوة ١٠٣.

وفي الخطوة ١٠٥، تقوم المحطة MS ١٠ بضبط القدرة الأولية للإرسال band allocation message على أساس المعلومات المستقبلة initial transmit power based من المحطة BS ٢٠. وفي الخطوة ١٠٧، تقوم المحطة MS ١٠ بإرسال شفرة أولية ranging response لتحديد المدى إلى المحطة BS ٢٠ باستخدام القدرة الأولية للإرسال band allocation message . وتقوم المحطة BS ٢٠ بإرسال رسالة استجابة لتحديد المدى RNG_RSP إلى المخطة MS ١٠ كرد على الشفرة الأولية ranging response لتحديد المدى في الخطوة ١٠٩. وتقوم المحطة BS ٢٠ بإرسال رسالة لتخصيص النطاق CDMA Alloc IE بناءً على طلب تحديد المدى، إلى المحطة MS ١٠ وذلك في الخطوة ١١١.

وفي حالة عدم استقبال الرسالة RNG_RSP في خلال وقت معين بعد إرسال الشفرة الأولية ranging response لتحديد المدى، فإن المحطة MS ١٠ تقوم بإعادة إرسال الشفرة الأولية لتحديد المدى بمستوى قدرة إرسال أكبر. أما عندما يتم استقبال رسالة RNG_RSP في خلال وقت معين، فإن المحطة MS ١٠ تقوم بإجراءات الدخول على المحطة (E/N) بدءاً من التحديد الأولي للمدى في خطوة ١١٣. وتشتمل إجراءات E/N التحديد الأولي للمدى RNG_REQ/RSP، التعرف على الإمكانيات الأساسية SBC_REQ/RSP، والتوثيق PKM_REQ/RSP.

وبعد إجراءات E/N، تقوم المحطة MS ١٠ بإدخال نمط التحكم في قدرة دائرة مغلقة closed loop الذي يقوم بضبط قدرة الإرسال transmit power طبقاً للتحكم IE في القدرة من المحطة BS ٢٠ في الخطوة ١١٥.

وتقوم المحطة BS ٢٠ بفحص إمكانية التحكم في قدرة دائرة مفتوحة open loop power control للمحطة MS ١٠ من خلال إجراء التعرف على الإمكانيات الأساسية. وبعد إجراءات E/N، تطلب المحطة BS ٢٠ من المحطة ١٠ أن تتحول إلى نمط التحكم في قدرة دائرة مفتوحة open loop power control وذلك عن طريق إرسال رسالة استجابة لتغيير نمط التحكم في القدرة power control mode (PMC_RSP) وذلك في الخطوة ١١٧. وتقوم المحطة ١٠ بإرسال رسالة طلب تغيير نمط التحكم في القدرة power control mode (PMC_REQ) إلى المحطة BS ٢٠ رداً على طلبها وذلك في الخطوة ١١٩، وتقوم بتغيير نمط التحكم في القدرة power control mode إلى التحكم في قدرة دائرة مفتوحة open loop power control وذلك في الخطوة ١٢١.

وتقوم المحطة ١٠ بحساب قدرة الإرسال P transmit power طبقاً للتحكم في قدرة دائرة مفتوحة open loop power control على أساس المعادلة (١).

$$P = L + C/N + NI - 10\log_{10}(R) + Offset_SS_{perSS} + Offset_BS_{perSS} \quad (١)$$

وتُعرف المتغيرات المذكورة في المعادلة (١) كالآتي:

- P: قدرة الإرسال transmit power (ديسيبل متر) لكل موجة حاملة فرعية subcarrier لكل نبضة اتصال صاعد UL burst .

- L: متوسط القيمة المقدَّرة للفقد في مسار الانتشار الذي يتم حسابه باستخدام قدرة الاستقبال الإجمالية التي يتم قياسها من خلال الإشارات الحاملة الفرعية subcarriers الفعالة لمتغير قدرة الإشعاع الفعال موحد الخواص الأولى من المحطة BS (BS_EIRP). ويعتبر المتغير BS_EIRP مؤشراً على أن قدرة إرسال المحطة BS قد تم استقبالها باستخدام رسالة DCD.

- N/C: قيمة CINR المستقبلة المطلوبة من قبل مستوى مخطط التضمين والتشفير (MCS) لنبضة الاتصال الصاعد.

- NI: قيمة مقدرة لمتوسط قدرة التداخل والضوضاء (dBm) لكل موجة حاملة فرعية subcarrier تم قياسها عند المحطة BS، حيث يتم توفيرها لكل شبكة MS كمعلومة عامة.

- R: عدد مرات التكرار طبقاً لمستوى MCS.

- $Offset_SS_{perSS}$: قيمة تعويض قدرة المحطة MS التي يتم التحكم فيها بواسطة المحطة MS ، حيث تكون دائماً صفر في نمط التحكم في قدرة دائرة مفتوحة open loop power control ، السلبي.

- $Offset_BS_{perSS}$: قيمة تعويض قدرة المحطة BS التي يتم التحكم فيها بواسطة المحطة BS. وعندما يتم ضبط هذه القيمة باستخدام الرسالة PMC_RSP، فإنه يتم التعويض عن $Offset_BS_{perSS}$ بقيمة الرسالة PMC_RSP. وعندما تقوم المحطة BS بتوجيه قدرة الضبط الدقيق باستخدام التحكم IE في القدرة، فإنه يتم استخدام القيم المجمعة لضبط القدرة في التحكم IE في القدرة على أنها قيمة $Offset_BS_{perSS}$. وبدلاً من ذلك، يمكن استخدام المجمعة لضبط القدرة في الرسالة RNG_RSP المستقبلة من المحطة BS على أنها قيمة $Offset_BS_{perSS}$.

ويشتمل الفن التقليدي السابق على عدد من السلبيات. فعندما يتم تركيب محطة ترحيل (محطة متابعة أو إعادة إرسال) (RS) بالنظام، وبصفة خاصة عندما تختلف قدرة الإرسال لاتصال نازل لمحطة ترحيل RS (RS MS →) عن قدرة الإرسال transmit power لاتصال صاعد لمحطة ترحيل RS (RS MS →)، فإنه عادة قد لا يعمل نمط التحكم في قدرة دائرة مفتوحة. وهذا يرجع أن نمط التحكم في قدرة دائرة مفتوحة open loop power control يفترض بشكل بديهي أن الفقد في مسار الانتشار DL (للاتصال النازل) يساوي الفقد في مسار الانتشار Uplink (للاتصال الصاعد).

وإذا كانت قدرة إرسال RS DL (الاتصال النازل لمحطة ترحيل) أكبر من قدرة إرسال Uplink، فإن المحطة MS تقوم بتقدير الفقد في مسار انتشار Uplink عن طريق قياس الفقد في مسار انتشار DL. وطبقاً لهذا، فإن الفقد في مسار انتشار Uplink المقدَّر يكون أقل من الفقد الفعلي في المسار. وفي هذه الحالة، عندما يتم القيام بالتحكم في قدرة دائرة مفتوحة open loop power control على أساس المعادلة (١)، فإن المحطة MS تقوم بإرسال حزمة معلومات الاتصال الصاعد Uplink بقدرة أقل كثيراً عن قدرة الإرسال transmit power المطلوبة. ونتيجة لذلك، فإن المحطة BS قد لا تستقبل إشارة Uplink أو يمكن أن يزداد معدل الخطأ لحزمة معلومات Uplink. وبصفة خاصة، عندما يتم تغيير نمط التحكم في القدرة power control mode (من التحكم في قدرة دائرة مغلقة closed loop ← التحكم في قدرة دائرة مفتوحة open loop power control) مع وجود اختلاف في الفقد في مسار الانتشار بين الاتصال النازل والاتصال الصاعد، فإنه لابد من أخذ تأثيره في الاعتبار.

وإذا كانت قيمة BS_EIRP التي تم ضبطها أكبر من قيمة الخرج الفعلية من المحطة BS، فعندما تقوم المحطة بحساب الفقد في مسار DL حيث يكون أكبر من القيمة الفعلية. وفي هذه الحالة،

وحيث أنه قد يتم ضبط خرج إرسال Uplink الكبير بشكل غير ضروري في التحكم في قدرة دائرة مفتوحة open loop power control ، فإن هذا قد يكون له تأثير على إشارات MS الأخرى على ضوء استقبال المحطة BS. وبعبارة أخرى، عندما تقوم المحطة BS بإجراء تحكم آلي في الكسب (AGC) قبل مرحلة Fast Fourier Transform (FFT)، فإن الـ AGC يعمل على أساس مجموعة قدرات إشارات الاتصال الصاعد uplink (UL) signals . وبناءً على هذا، فإن هذا قد يمثل تداخلاً لإشارة المحطة MS التي تتميز بإشارة استقبال ضعيفة نسبياً.

وفي المقابل، عندما تكون قيمة BS_EIRP التي تم ضبطها لـ DCD أقل من قيمة الخرج الفعلية من المحطة BS، فإن الفقد في مسار DL الذي تقوم المحطة بحسابه يصبح أقل من القيمة الفعلية. وفي هذه الحالة، وحيث أنه يمكن ضبط خرج إرسال Uplink الأقل من الضروري في التحكم في قدرة دائرة مفتوحة open loop power control ، فإن المحطة BS قد لا تستقبل إشارة المحطة.

وطبقاً لما سبقت مناقشته عاليه، وحيث أن التحكم في قدرة دائرة مفتوحة open loop power control يمكن أن يقوم بحساب قدرة الإرسال transmit power غير الصحيحة بسبب العوامل الخارجية المتنوعة، فإن المطلوب هو إيجاد طريقة من أجل تحقيق التحكم في قدرة دائرة مفتوحة بشكل ثابت ومنتظم. وعلاوة على هذا، فإنه يمكن ملاحظة مثل هذه الأخطاء عندما يتم تغيير التحكم في قدرة دائرة مغلقة closed loop إلى التحكم في قدرة دائرة مفتوحة control . ولهذا، من المطلوب الحفاظ بشكل سليم على قدرة الإرسال transmit power عندما يتم تغيير نمط التحكم في القدرة power control mode .

الوصف العام للاختراع

تتمثل إحدى سمات الاختراع الحالي في توفير حل جوهري للمشكلات و/ أو السلبيات السابقة على الأقل وتوفير المميزات التي سيرد ذكرها أدناه على الأقل. وطبقاً لهذا، تتمثل إحدى سمات الاختراع الحالي في تقديم جهاز وطريقة للتغيير المنتظم لنمط التحكم في القدرة power control mode في نظام اتصال لاسلكي wireless communication system واسع النطاق.

وتتمثل سمة أخرى للاختراع الحالي في تقديم جهاز وطريقة للتغيير المنتظم من نمط التحكم في قدرة دائرة مغلقة closed loop إلى نمط التحكم في قدرة دائرة مفتوحة open loop power control في نظام اتصال لاسلكي واسع النطاق.

وتتمثل سمة أخرى للاختراع الحالي في تقديم جهاز وطريقة للقيام بشكل ثابت ومنتظم بإجراء التحكم في قدرة دائرة مفتوحة في نظام اتصال لاسلكي واسع النطاق.

ولقد تم الوصول إلى السمات المذكورة أعلاه عن طريق توفير محطة متنقلة MS في نظام اتصال لاسلكي، تشتمل على وحدة للتحكم في القدرة power controller الغرض منها حساب قيمة لتعويض القدرة باستخدام قدرة الإرسال transmit power الأخيرة في تحكم سابق للقدرة في دائرة مغلقة closed loop عندما يتم تغيير نمط التحكم في القدرة power control mode على تحكم في قدرة دائرة مفتوحة ، وتحديد قدرة الإرسال transmit power طبقاً للتحكم في قدرة دائرة مفتوحة باستخدام قيمة تعويض القدرة؛ ومرسل الغرض منه ضبط وإرسال قدرة الإرسال لإشارة اتصال صاعد Uplink تحت سيطرة وحدة التحكم في القدرة.

وطبقاً لأحدى سمات الاختراع الحالي، تشتمل طريقة التحكم في قدرة صاعدة UL power control method في نظام اتصال لاسلكي wireless communication system على حساب قيمة لتعويض القدرة باستخدام قدرة الإرسال transmit power الأخيرة في تحكم سابق للقدرة في دائرة مغلقة closed

loop عندما يتم تغيير نمط التحكم في القدرة power control mode على تحكم في قدرة دائرة مفتوحة open loop power control ، وتحديد قدرة الإرسال طبقاً للتحكم في قدرة دائرة مفتوحة باستخدام قيمة تعويض القدرة.

وطبقاً لسمة أخرى للاختراع الحالي، تشتمل طريقة التحكم في قدرة صاعدة UL power control method في نظام اتصال لاسلكي على الحصول على، عندما يتم تغيير نمط التحكم في قدرة دائرة مفتوحة ، آخر قيمة لقدرة الإرسال transmit power P_{Tx,CL_last} في نمط التحكم في قدرة دائرة مغلقة closed loop ، وقيمة الفقد في المسار power compensation value المقدَّرة عند محطة متنقلة MS ، وآخر قيمة للضوضاء والتداخل (NI) NI_{OL_init} تم استقبالها من محطة رئيسية (BS)، وقيمة CINR C/N_{CL_last} المطلوبة لآخر مستوى لمخطط التعديل والتشفير Modulation and Coding Scheme (MCS) في نمط التحكم في قدرة دائرة مغلقة closed loop ، وعدد مرات التكرار R_{CL_last} طبقاً لمستوى MCS الأخير؛ وحساب قيمة تعويض القدرة $Offset_SS_{perSS}$ التي يتم التحكم فيها بواسطة المحطة MS باستخدام القيم المكتسبة (المتحصل عليها) على أساس المعادلة

$$Offset_SS_{perSS} = P_{Tx,CL_last} - (L_{OL_init} + NI_{OL_init}) - C/N_{CL_last} + 10\log_{10}(R_{CL_last})$$

<u>شرح مختصر للرسومات</u>

سيتم توضيح الأهداف والجوانب والمميزات الخاصة بالاختراع الحالي السابقة وغيرها، بمزيد من التفصيل عن طريق الوصف التفصيلي التالي عند تقديمه بالاستعانة بالأشكال والرسومات المرفقة، حيث فيها:

شكل رقم ١: يوضح إجراءاً تقليدياً للتغيير من التحكم في قدرة دائرة مغلقة closed loop إلى التحكم في قدرة دائرة مفتوحة open loop power control في نظام اتصال لاسلكي wireless communication system واسع النطاق؛

شكل رقم ٢: يوضح محطة متنقلة MS في نظام اتصال لاسلكي واسع النطاق طبقاً للاختراع الحالي؛ و

شكل رقم ٣: يوضح إجراءً للقيام بالتحكم في قدرة دائرة مفتوحة لاتصال صاعد Uplink في نظام اتصال لاسلكي واسع النطاق طبقاً للاختراع الحالي.

الوصف التفصيلي

فيما يلي سيتم وصف النماذج المفضلة للاختراع الحالي بالاستعانة بالأشكال والرسومات المرفقة. وفي الوصف الآتي، لن يتم وصف الوظائف والتركيبات المعروفة جيداً بالتفصيل حيث أنها قد تُعمِّى على الاختراع بتفاصيل غير ضرورية.

يقدم الاختراع الحالي طريقة للقيام بشكل منتظم بالتحكم في قدرة دائرة مفتوحة open loop power control في نظام اتصال لاسلكي wireless communication system واسع النطاق.

وطبقاً لما سبق وصفه، في التحكم في قدرة دائرة مفتوحة على أساس المعادلة (١)، يتم حساب قدرة الإرسال transmit power غير الصحيحة عندما تكون قيم الفقد في المسار لكل من الاتصال الصاعد والاتصال النازل غير مساوية لبعضها البعض. ونمطياً، عندما يتم استخدام محطة ترحيل (RS) بين محطة رئيسية (BS) ومحطة متنقلة ، فإن أسهل طريقة للقيام بصورة عادية بالتحكم في

قدرة دائرة مفتوحة open loop power control تتمثل في ضبط الكسب DL والكسب Uplink للمحطة RS عند نفس القيمة.

ويمكن التعرف على سلبيات التحكم في قدرة دائرة مفتوحة عن طريق زيادة قدرة الإرسال transmit power تدريجياً عند تحديد مدى عرض النطاق المطلوب أو التحديد الدوري للمدى الذي يتم القيام به قبل الإرسال الفعلي لنبضة Uplink، وبطريقة مشابهة للتحديد الأولي للمدى.

وتقوم المحطة MS بطلب عرض نطاق Uplink من خلال تحديد مدى عرض النطاق المطلوب. وعند تحديد مدى عرض النطاق المطلوب، تتم زيادة قدرة الإرسال transmit power تدريجياً بطريقة مشابهة للإجراء المستخدم أثناء التحديد الأولي للمدى. وتحديداً، تقوم المحطة MS بزيادة قدرة الإرسال لتحديد مدى عرض النطاق المطلوب حتى يصل مستوى استقبال المحطة BS إلى مستوى مناسب. وطبقاً لهذا، في أي إرسال تالٍ لنبضة Uplink، يمكن الحفاظ على مستوى استقبال المحطة BS عند المستوى المناسب.

كما تقوم المحطة MS أيضاً بالتحديد الدوري للمدى حتى عندما لا يتم إرسال أية حزمة معلومات Uplink. وفي هذه الحالة، كما في التحديد الأولي للمدى، تتم زيادة قدرة الإرسال تدريجياً. وتحديداً، تقوم المحطة MS بزيادة قدرة الإرسال للتحديد الدوري للمدى حتى يصل مستوى استقبال المحطة BS إلى مستوى مناسب. وطبقاً لهذا، فإن أي إرسال تالٍ لنبضة Uplink، يمكن الحفاظ على مستوى استقبال المحطة BS عند المستوى المناسب.

الطريقة السابقة تعرف سلبيات التحكم في قدرة دائرة مفتوحة باستخدام أساليب معروفة جيداً. وبدلاً من ذلك، يمكن استخدام رسالة PMC_RSP. وبمزيد من التفصيل، يتم ضبط قيمة $Offset_BS_{perSS}$ لرسالة PMC_RSP عند قيمة الفرق بين كسب DL وكسب Uplink للمحطة

RS. وحيث أن كل شبكة MS مرتبطة بالمحطة BS والمحطة RS تقوم بإدخال نمط التحكم في قدرة دائرة مفتوحة open loop power control وتقوم بإرسال إشارات ذات قدرة عالية تصل إلى قيمة $Offset_BS_{perSS}$ لرسالة PMC_RSP، فإنه قد ينشأ تداخل على الخلايا الأخرى لحظياً. ومع ذلك، فإن المحطة MS التي تقوم بتحقيق اتصال بالمحطة BS يمكنها تخفيض قدرة الإرسال transmit power باستخدام التحكم IE الثابت في القدرة، ويمكن للمحطة التي تقوم بتحقيق اتصال بالمحطة RS الحفاظ على مستوى معين لتكرار القدرة على ضوء استقبال المحطة BS.

وعلاوة على الطرق السابق وصفها، يمكن للمحطة MS أن تقوم بنفسها بحساب قدرة الإرسال transmit power التي يُعوَّل عليها في التحكم في قدرة دائرة مفتوحة ، وهذا ما سيتم وصفه بالتفصيل بالاستعانة بالأشكال والرسومات.

شكل رقم ٢ عبارة عن مخطط صندوقي لشبكة MS في نظام الاتصال اللاسلكي واسع النطاق طبقاً للاختراع الحالي. والشرح الآتي يصف نظام إرسال متعدد لقسم الوقت (TDD)-OFDMA كمثال. لاحظ أنه يمكن تطبيق الاختراع الحالي بسهولة على كل نظام للتحكم في القدرة مثل نظام اتصال مزدوج لقسم التردد (FDD)-OFDMA ونظام مختلط يستخدم كل من TDD و FDD.

وتشتمل المحطة MS المبينة في شكل ٢ على جزء لطبقة التحكم في الدخول إلى الأوساط (MAC) ٢٠١ مرتبط بطبقة عليا، ومودم إرسال ٢٠٣، ومودم استقبال ٢٠٥، وجهاز اتصال مزدوج ٢٠٧، ووحدة تحكم في القدرة ٢٠٩، ووحدة لقياس قدرة الاستقبال receive power measurer ٢١١.

ويقوم جزء طبقة MAC layer part ٢٠١ باستقبال البيانات المرسلة من الطبقة العليا (مثل، جزء الطبقة IP layer part) ويقوم بتقديم البيانات المرسلة إلى مودم الإرسال transmit modem ٢٠٣ وذلك عن طريق معالجة البيانات المرسلة طبقاً لمخطط توصيل مودم الإرسال transmit modem

٢٠٣. ويقوم جزء طبقة MAC layer part ٢٠١ باستقبال البيانات المستقبلة من مودم الاستقبال receive modem ٢٠٥، ويقوم بمعالجة البيانات المستقبلة وتقديمها إلى الطبقة العليا طبقاً لمخطط توصيل الطبقة العليا. وطبقاً للاختراع الحالي، فإن جزء طبقة MAC layer part ٢٠١ يقدم المعلومات المطلوبة بالنسبة للتحكم في القدرة إلى وحدة التحكم في القدرة power controller ٢٠٩. ويمكن أن تشتمل المعلومات المطلوبة بالنسبة للتحكم في القدرة على المعلومات التي يتم استقبالها من المحطة BS، والمعلومات التي يتم توليدها على أساس على المعلومات التي يتم استقبالها من المحطة BS.

ويشتمل مودم الإرسال transmit modem ٢٠٣ على صندوق تشفير القناة channel decoding block ، وصندوق تضمين، وصندوق لإرسال تردد الراديو Radio Frequency (RF) وهلم جرا. ويقوم مودم الإرسال transmit modem ٢٠٣ بتحويل البيانات (بيانات النبضة الهائلة burst data) التي تغذي من جزء طبقة MAC ٢٠١ إلى صورة لإرسال قطاع الراديو ويقوم بتقديم البيانات التي تم تحويلها إلى جهاز الإرسال المزدوج transformed data to the duplexer ٢٠٧. ويمكن أن يشتمل صندوق تشفير القناة channel decoding block على مشفِّر للقناة channel encoder ، ووسيلة إقحام interleaver ، ووحدة تضمين modulator . ويمكن أن يشتمل صندوق التضمين على مشغِّل FFT operation عكسي (IFFT) من أجل تخطيط البيانات المرسلة إلى مجموعة من الموجات الحالة الفرعية المتعامدة. ويمكن أن يشتمل صندوق إرسال تردد الراديوم RF على مرشح filter ووحدة RF أمامية – خلفية front-end unit .

ويشتمل مودم الاستقبال receive modem ٢٠٥ على صندوق استقبال RF receive block، وصندوق لإزالة التضمين demodulation block ، وصندوق لتشفير القناة channel decoding block . ويقوم مودم الاستقبال receive modem ٢٠٥ باستعادة البيانات restores data من

إشارات قطاع الراديو من جهاز الاتصال المزدوج ٢٠٧ radio section signals from the duplexer ويقدم البيانات التي تتم استعادتها إلى جزء طبقة MAC layer part ٢٠١. ويمكن أن يشتمل صندوق استقبال receive block تردد الراديو RF على مرشح filter ووحدة RF أمامية – خلفية front-end unit . ويمكن أن يشتمل صندوق لإزالة التضمين demodulation block على مشغّل FFT operation من أجل استخلاص البيانات التي تم تخطيطها إلى موجات حاملة فرعية. ويمكن أن يشتمل صندوق تشفير القناة channel decoding block على وحدة لإزالة التضمين demodulator ، ووحدة لإلغاء الإقحام deinterleaver ، ومشفّر للقناة channel encoder

ويقوم نظام الاتصال المزدوج duplexer ٢٠٧ بتقديم الإشارة المستقبلة receive signal (إشارة DL) من هوائي إلى مودم الاستقبال receive modem ٢٠٥ ويقدم الإشارة المرسلة transmit signal (إشارة Uplink) من مودم الإرسال transmit modem ٢٠٣ إلى الهوائي طبقاً لمخطط TDD.

وتقوم وحدة قياس قدرة الاستقبال measures the receive power ٢١١ باستقبال قيم الموجات الحاملة receives subcarrier values للموجات الأولية المستقبلة preamble received من المحطة BS من مودم الاستقبال receive modem ٢٠٥، وتقوم بقياس قدرة الاستقبال measures the receive power باستخدام قيم الموجات الحاملة الأولية preamble subcarrier values ، وتقدم قدرة الاستقبال المقاسة إلى وحدة التحكم في القدرة power controller ٢٠٩. ويتم استخدام قدرة الاستقبال المقاسة في حساب الفقد في مسار Uplink، L في المعادلة (١).

وتقوم وحدة التحكم في القدرة power controller ٢٠٩ بتنفيذ التحكم في قدرة دائرة مغلقة closed loop أو التحكم في قدرة دائرة مفتوحة open loop power control . وفي التحكم في قدرة دائرة

مغلقة closed loop ، تقوم وحدة التحكم في القدرة power controller ٢٠٩ بتحديد قدرة الإرسال Uplink transmit power طبقاً لأمر التحكم في القدرة الذي يتم استقباله من المحطة BS وتقديم قدرة إرسال Uplink إلى مودم الإرسال transmit modem ٢٠٣ ويقوم مودم الإرسال ٢٠٣ بإرسال إشارة Uplink عن طريق ضبط قدرة إرسال إشارة Uplink طبقاً لقدرة الإرسال transmit power من وحدة التحكم في القدرة power controller ٢٠٩. ويمكن تنظيم قدرة الإرسال عند مرحلة نطاق رئيسي، ومرحلة تردد متوسط Intermediate Frequency (IF)، ومرحلة RF.

وفي التحكم في قدرة دائرة مفتوحة open loop power control ، تقوم وحدة التحكم في القدرة power controller ٢٠٩ بتحديد قدرة إرسال Uplink على أساس المعادلة (١) ويقدم قدرة إرسال Uplink التي تم تحديدها إلى مودم الإرسال transmit modem ٢٠٣. وعندما يتم تحديد قدرة الإرسال transmit power على أساس المعاجلة (١)، فإن المعلومات المتعلقة بقيمة CINR المطلوبة بواسطة مستوى MCS لنبضة Uplink المرسلة وقيمة قدرة التداخل والضوضاء المقدرة (NI) لكل موجه حاملة فرعية عند المحطة BS، تكون مطلوبة، حيث يتم الإمداد بها من جزء طبقة MAC layer part ٢٠١.

وعند التغيير من نمط التحكم في قدرة دائرة مغلقة closed loop إلى نمط التحكم في قدرة دائرة مفتوحة open loop power control ، فإن وحدة التحكم في القدرة power controller ٢٠٩ تقوم بحساب قيمة تعويض القدرة للمحطة MS المذكورة في المعادلة (١) على أساس $Offset_SS_{perSS}$ المعادلة (٢) من أجل منع التغير المفاجئ لقدرة الإرسال transmit power طبقاً لتغيير نمط التحكم في القدرة power control mode ، وتقوم بتنفيذ التحكم في قدرة دائرة مفتوحة عن طريق التعويض بقيمة تعويض القدرة MS المحسوبة في المعادلة (١).

$$(٢) \qquad Offset_SS_{perSS} = P_{Tx,CL_last} - P_{Tx,OL_init} + \Delta CINR_{req}$$

وسيتم تعريف المتغيرات المذكورة في المعادلة (٢) كالآتي.

- P_{Tx,CL_last} : آخر قيمة لقدرة الإرسال transmit power في نمط التحكم في قدرة دائرة مغلقة closed loop .

- P_{Tx,OL_init} : القيمة الأولية المقدرة لقدرة الإرسال بعد التغيير إلى نمط التحكم في قدرة دائرة مفتوحة ، حيث يمكن التعبير عنها بالمعالة (٣).

$$(٣) \quad P_{Tx,OL_init} = L_{OL_init} + C/N_{OL_init} + NI_{OL_init} - 10\log_{10}(R_{OL_init})$$

- $\Delta CINR_{req}$: الفرق بين قيمة CINR المطلوبة بالنسبة لمستوى MCS لنبضة Uplink المرسلة وقيمة CINR المطلوبة بالنسبة لـ MCS الأخيرة المستخدمة في نمط التحكم في قدرة دائرة مغلقة closed loop ، والتي يمكن التعبير عنها بالمعادلة (٤).

$$(٤) \quad \Delta CINR_{req} = C/N_{OL_init} - C/N_{CL_last} - (10\log_{10}(R_{OL_init}) - 10\log_{10}(R_{CL_last}))$$

وطبقاً لهذا، فإنه يمكن التعبير عن العادلة (٢) بالمعادلة (٥).

$$(٥) \quad Offset_SS_{perSS} = P_{Tx,CL_last} - (L_{OL_init} + NI_{OL_init}) - C/N_{CL_last} + 10\log_{10}(R_{CL_last})$$

ويمكن تعريف المتغيرات المذكورة في المعاجلة (٥) كالآتي. P_{Tx,CL_last} هي القيمة الأخيرة لقدرة الإرسال transmit power في نمط التحكم في قدرة دائرة مغلقة closed loop . و L_{OL_init} هي الفقد في المسار الذي يتم تقديره بواسطة المحطة MS عند التغيير من التحكم في قدرة دائرة مغلقة closed loop إلى التحكم في قدرة دائرة مفتوحة open loop power control . و NI_{OL_init} هي

آخر قيمة للضوضاء والتداخل (NI) يتم استقبالها عند المحطة BS. و C/N_{CL_last} هي قيمة CINR المطلوبة بالنسبة لمستوى MCS الأخير (التعديل و FEC) في نمط التحكم في قدرة دائرة مغلقة closed loop . و R_{CL_last} هو عدد مرات التكرار (معامل التكرار repetition factor) طبقاً لآخر مستوى MCS.

وكما سبق، تقوم وحدة التحكم في القدرة power controller ٢٠٩ بحساب قيمة تعويض القدرة للمحطة $Offset_SS_{perSS}$ MS على أساس المعادلة (٢) أو المعادلة (٥)، وتقوم بتنفيذ التحكم في قدرة دائرة مفتوحة وذلك عن طريق التعويض بقيمة تعويض القدرة MS. وكما يمكن أن يتضح للمرء من المعادلة (٢)، يتم ضبط قيمة تعويض القدرة MS المذكورة في المعادلة (١) في نمط التحكم في قدرة دائرة مفتوحة عند مجموع الفرق بين آخر قيمة للقدرة المرسلة في النمط السابق للتحكم في قدرة دائرة مغلقة closed loop وقيمة قدرة الإرسال transmit power value الأولية التي يتم تقديرها عن طريق التغيير إلى نمط التحكم في قدرة دائرة مفتوحة ، والفرق بين قيم CINR المطلوبة على أساس فرق الـ MCS، بدلاً من الصفر.

ويتم حساب قيمة تعويض قدرة MS المذكورة في المعادلة (٢) والمعادلة (٥) مرة واحدة فقط عندما يتم تغيير نمط التحكم في القدرة power control mode من التحكم في قدرة دائرة مغلقة closed loop إلى التحكم في قدرة دائرة مفتوحة open loop power control ، ومن ثم يتم الحفاظ عليها حتى يتم تغيير نمط التحكم في القدرة. وتحت التحكم التام في القدرة، وحيث أن المستوى الأولي للقدرة خاصة التحكم في قدرة دائرة مفتوحة هو نفسه المستوى الأخير للقدرة لنمط التحكم في قدرة دائرة مغلقة closed loop ، فإن قيمة تعويض قدرة MS ، $Offset_SS_{perSS}$، سوف تساوي صفر. ومع ذلك، في حالة وجود فرق بين الفقد في مسار UPLINK والفقد في مسار DL، فإنه يتم تجنب

التغير المفاجئ لقدرة الإرسال transmit power عند تغيير النمط وذلك عن طريق تعويض الفرق باستخدام قيمة تعويض قدرة MS.

ويوضح شكل رقم ٣، إجراءً الغرض منه تنفيذ التحكم في قدرة دائرة مفتوحة open loop power control Uplink في نظام الاتصال اللاسلكي واسع النطاق طبقاً للاختراع الحالي.

وفي شكل ٣، وفي الخطوة ٣٠١ تقوم المحطة MS بتحديد ما إذا كان قد تم تغيير نمط التحكم في القدرة power control mode إلى التحكم في قدرة دائرة مفتوحة. ويتم تغيير نمط التحكم في القدرة باستخدام رسالة PMC_RSP المستقبلة من المحطة BS كما سبق وصفه عاليه. وعند استقبال رسالة PMC_RSP من المحطة MS، تقوم المحطة MS بالتعرف على طلب تغيير النمط إلى التحكم في قدرة دائرة مفتوحة ، وتقوم بإرسال رسالة PMC_REQ إلى المحطة BS كرد على الرسالة PMC_RSP، ومن ثم تقوم بإدخال التحكم في قدرة دائرة مفتوحة.

عند إدخال نمط التحكم في قدرة دائرة مفتوحة ، وفي الخطوة ٣٠٣ تقوم شبكة MS بتحديد قيمة قدرة الإرسال transmit power value في نمط التحكم في دائرة مغلقة closed loop وقيمة CINR المطلوبة لآخر مستوى MCS. وفي الخطوة ٣٠٥، تقوم المحطة MS بتحديد قيمة CINR المطلوبة لمستوى MCS الأولى لنبضة Uplink التي سيتم إرسالها بعد التغيير إلى نمط التحكم في قدرة دائرة مفتوحة open loop power control .

وفي الخطوة ٣٠٧، تقوم المحطة MS بتقدير قدرة الإرسال transmit power الدولية التي يحب استخدامها بعد التغير إلى نمط التحكم في قدرة دائرة مفتوحة على أساس المعادلة (٣). وفي الخطوة ٣٠٩، تقوم المحطة MS بحساب قيمة تعويض قدرة $Offset_SS_{perSS}$ MS باستخدام آخر قيمة قدرة إرسال P_{Tx,CL_last} لنمط التحكم في قدرة دائرة مغلقة closed loop ، وقيمة CINR المطلوبة

بالنسبة لمستوى MCS الأخير، وقيمة CINR المطلوبة بالنسبة لمستوى MCS الأولي، وقيمة قدرة الإرسال transmit power value الأولية المقدَّرة P_{Tx,OL_init} . ويمكن الحصول على قيمة تعويض قدرة MS من المعادلة (٢) أو المعادلة (٥).

وبعد حساب قيمة تعويض قدرة MS $Offset_SS_{perSS}$، تقوم المحطة MS بإجراء التحكم في قدرة دائرة مفتوحة وذلك عن طريق التعويض بقيمة تعويض قدرة MS في المعادلة (١)، في الخطوة ٣١١.

وطبقاً لما سبق ذكره عاليه، غي نظام الدخول والاتصال اللاسلكي واسع النطاق مثل نظام OFDMA، عندما يتم تغيير نمط التحكم في القدرة power control mode إلى نمط التحكم في قدرة دائرة مفتوحة ، فإنه يمكن تنفيذ التحكم في قدرة دائرة مفتوحة بشكل ثابت ومنتظم حتى مع وجود فرق بين الفقد في مسار Uplink والفقد في مسار DL. وبعبارة أخرى، عن طريق الحفاظ على المستوى الصحيح لقدرة الاستقبال للمحطة BS من أجل إرسال حزمة معلومات Uplink، فإنه يمكن تحقيق التحكم المنتظم لقدرة دائرة مفتوحة ويمكن تعزيز أداء Uplink.

في حين أنه تم توضيح ووصف الاختراع بالإشارة إلى بعض نماذجه المفضلة، فإنه يمكن لأولئك المتمرسين في المجال إدراك أنه يمكن إدخال تغييرات متنوعة على الشكل والتفاصيل بدون البعد عن فحوى ومجال الاختراع كما تم تعريفه بواسطة عناصر الحماية المرفقة.

عناصر الحماية

١ ١- محطة متنقلة MS (١٠)، ، للاستخدام في نظام اتصال لاسلكي، وتشتمل المحطة
٢ على:
٣ وحدة للتحكم في القدرة power controller (٢٠٩) لحيازة قيمة قدرة الإرسال transmit power
٤ value الأخيرة PTX CLLast في نمط تحكم في القدرة power control mode ضمن حلقة
٥ مغلقة closed loop ، وقيمة الفقد في المسار LOinit power compensation value
٦ محسوبة عند المحطة المتحركة، MS ، وقيمة أخيرة للضوضاء والتداخل NI (NIOl-int)
٧ المستقبلة من محطة قاعدية Base Station ، والحامل Carrier اللازم لحساب قيمة النسبة
٨ بين التداخل والضوضاء CINR، وقيمة CINCLLast بالنسبة لمخطط التعديل والتشفير
٩ Modulation and Coding Scheme الأخير، MCS، ومستوى نمط التحكم في القدرة power
١٠ control mode بالدائرة المغلقة closed loop ، ومعامل التكرار repetition factor
١١ RCLLast وفقاً لمستوى MCS الأخير عندما يكون نمط التحكم في القدرة power control
١٢ mode مختلفاً بين حالات التحكم في الدائرة المغلقة closed loop و التحكم في الدائرة
١٣ المفتوحة open loop power control ، مع حساب قيمة التعويض عن القدرة power
١٤ compensation value $Offset_BS_{perSS}$ باستخدام القيم التي تمت حيازتها، وتحديد مستوى
١٥ قدرة الإرسال transmit power وفق التحكم في القدرة بالدائرة المفتوحة باستخدام قيمة
١٦ التعويض عن القدرة power compensation value ؛
١٧ – وحدة إرسال تقوم بتعديل قدرة الإرسال transmit power لإشارة الوصلة العلوية Uplink
١٨ وفق مستوى P المحدد لقدرة الإرسال transmit power .

١ ٢- المحطة MS طبقاً لعنصر الحماية رقم ١، حيث تقوم وحدة التحكم في القدرة power
٢ controller (٢٠٩) بحساب قيمة تعويض القدرة $Offset_SS_{perSS}$ على أساس المعادلة

$$Offset_SS_{perSS} = P_{Tx,CL_last} - P_{Tx,OL_init} + \Delta CINR_{req}$$ ٣

١ ٣ – المحطة MS طبقاً لعنصر الحماية رقم ٢، حيث تقوم وحدة التحكم في القدرة power
٢ controller بتحديد قدرة الإرسال P transmit power على أساس المعادلة

$$P = L + C/N + NI - 10\log_{10}(R) + Offset_SS_{perSS} + Offset_BS_{perSS}$$ ٣

٤ حيث P هي قيمة قدرة الإرسال transmit power value (ديسيبل متر) لكل موجة حاملة
٥ فرعية subcarrier لكل نبضة اتصال صاعد Uplink UL burst، و L هي القيمة المقدَّرة
٦ للفقد في المسار estimation value for path loss ، و N/C power compensation value
٧ هي قيمة CINR المستقبلة المطلوبة من قبل مستوى مخطط التضمين والتشفير (MCS)
٨ نبضة الاتصال الصاعد UL burst ، و NI هي قيمة مقدرة لقدرة التداخل والضوضاء (NI)
٩ (dBm) عند المحطة BS (٢٠)، و R هي عدد مرات التكرار (معامل التكرار repetition
١٠ factor) طبقاً لمستوى MCS، و $Offset_SS_{perSS}$ هي قيمة تعويض قدرة المحطة MS التي
١١ يتم التحكم فيها بواسطة المحطة MS ، و $Offset_BS_{perSS}$ هي قيمة تعويض قدرة المحطة
١٢ BS التي يتم التحكم فيها بواسطة المحطة BS (٢٠).

١ ٤ – المحطة MS طبقاً لعنصر الحماية رقم ١، حيث يتم تغيير نمط التحكم في القدرة
٢ power control mode باستخدام رسالة استجابة لتغيير نمط التحكم في القدرة power
٣ control mode (PMC_RSP) قادمة من المحطة BS (٢٠).

١ ٥ – المحطة MS طبقاً لعنصر الحماية رقم ١، حيث يتم حساب قيمة تعويض القدرة
٢ $Offset_BS_{perSS}$ عندما يتم تغيير نمط التحكم في القدرة power control mode ، ويتم
٣ الحفاظ عليها حتى يتغير نمط التحكم في القدرة power control mode .

٦ – طريقة للتحكم في قدرة وصلة علوية Uplink في نظام اتصال لاسلكي، وتشتمل هذه الطريقة على:

في حالة تغير نمط التحكم في القدرة power control mode من تحكم في دائرة مغلقة closed loop إلى تحكم في دائرة مفتوحة، تتم حيازة قيمة قدرة الإرسال transmit power value الأخيرة PTX CLLast في نمط تحكم في القدرة power control mode ضمن حلقة مغلقة closed loop ، وقيمة الفقد في المسار LOinit power compensation value محسوبة عند المحطة المتحركة، MS ، وقيمة أخيرة للضوضاء والتداخل NI (NIOI-int) المستقبلة من محطة قاعدية Base Station ، والحامل Carrier اللازم لحساب قيمة النسبة بين التداخل والضوضاء CINR، وقيمة CINCLLast بالنسبة لمخطط التعديل والتشفير Modulation and Coding Scheme الأخير، MCS، ومستوى نمط التحكم في القدرة power control mode بالدائرة المغلقة closed loop ، ومعامل التكرار repetition factor RCLLast وفقاً لمستوى MCS الأخير عندما يكون نمط التحكم في القدرة power control mode مختلفاً بين حالات التحكم في الدائرة المغلقة closed loop و التحكم في الدائرة المفتوحة open loop power control ، مع حساب قيمة التعويض عن القدرة power compensation value باستخدام القيم التي تمت حيازتها، وتحديد مستوى قدرة الإرسال transmit power P وفق التحكم في القدرة بالدائرة المفتوحة باستخدام قيمة التعويض عن القدرة power compensation value ؛

تحديد مستوى قدرة الإرسال transmit power P وفق التحكم في القدرة بالدائرة المفتوحة باستخدام قيمة التعويض عن القدرة power compensation value : $Offset_BS_{perSS}$.

٧ – طريقة التحكم في قدرة صاعدة UL power control method طبقاً لعنصر الحماية رقم ٦، حيث يتم حساب قيمة تعويض القدرة $Offset_SS_{perSS}$ على أساس المعادلة

$$Offset_SS_{perSS} = P_{Tx,CL_last} - (L_{OL_init} + NI_{OL_init}) - C/N_{CL_last} + 10\log_{10}(R_{CL_last})$$

٨ – طريقة التحكم في قدرة صاعدة UL power control method طبقاً لعنصر الحماية رقم ٧، حيث يتم تحديد قدرة الإرسال P transmit power على أساس المعادلة

$$P = L + C/N + NI - 10\log_{10}(R) + Offset_SS_{perSS} + Offset_BS_{perSS}$$

حيث P هي قيمة قدرة الإرسال transmit power value (ديسيبل متر) لكل موجة حاملة فرعية subcarrier لكل نبضة اتصال صاعد UL burst ، و L هي القيمة المقدَّرة للفقد في المسار estimation value for path loss ، و N/C هي قيمة CINR المستقبلة المطلوبة من قبل مستوى مخطط التضمين والتشفير (MCS) نبضة الاتصال الصاعد UL burst ، و NI هي قيمة مقدرة لقدرة التداخل والضوضاء (NI) (dBm) عند المحطة BS (٢٠)، و R هي عدد مرات التكرار (معامل التكرار repetition factor) طبقاً لمستوى MCS، و $Offset_SS_{perSS}$ هي قيمة تعويض قدرة المحطة MS التي يتم التحكم فيها بواسطة المحطة MS ، و $Offset_BS_{perSS}$ هي قيمة تعويض قدرة المحطة BS التي يتم التحكم فيها بواسطة المحطة BS (٢٠).

٩ – طريقة التحكم في قدرة صاعدة UL power control method وفق عنصر الحماية (٦)، وتشتمل أيضاً على ضبط وتعديل قدرة الإرسال transmit power لإشارة الوصلة العلوية Uplink وفق مستوى قدرة الإرسال P transmit power التي تم تحديدها.

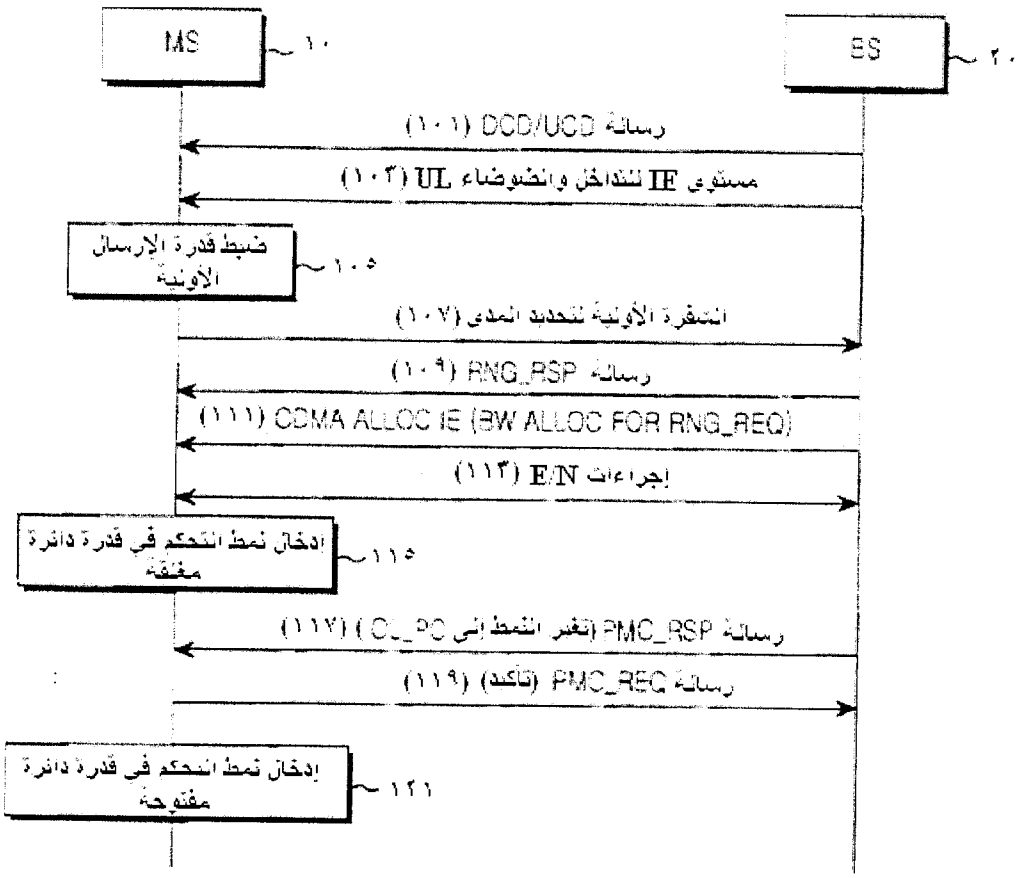
١٠ – طريقة التحكم في قدرة صاعدة UL power control method طبقاً لعنصر الحماية رقم ٦، حيث يتم تغيير نمط التحكم في القدرة power control mode باستخدام رسالة استجابة لتغيير نمط التحكم في القدرة power control mode (PMC_RSP) قادمة من المحطة BS.

١١ - طريقة التحكم في قدرة صاعدة UL power control method طبقاً لعنصر الحماية

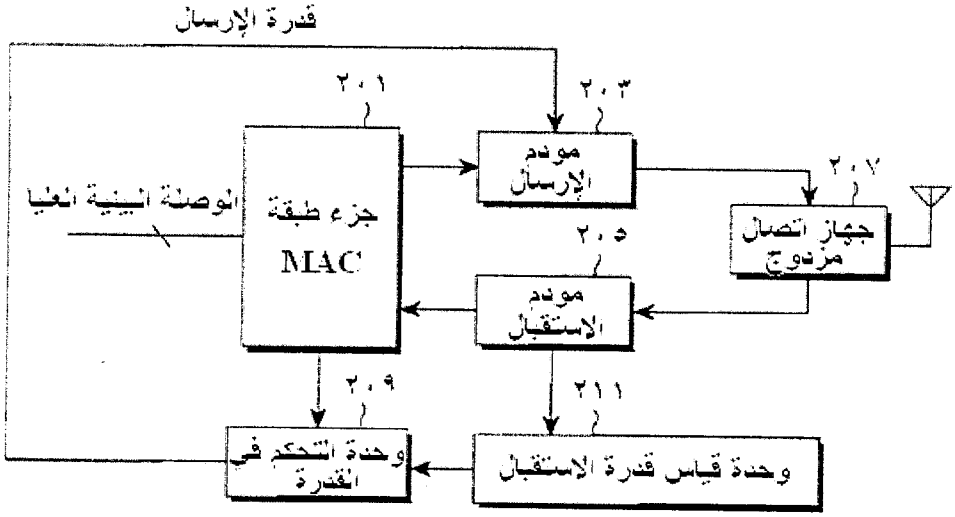
رقم ٦، حيث يتم حساب قيمة تعويض القدرة عندما يتم تغيير نمط التحكم في القدرة power

control mode ، ويتم الحفاظ عليها حتى يتغير نمط التحكم في القدرة power control

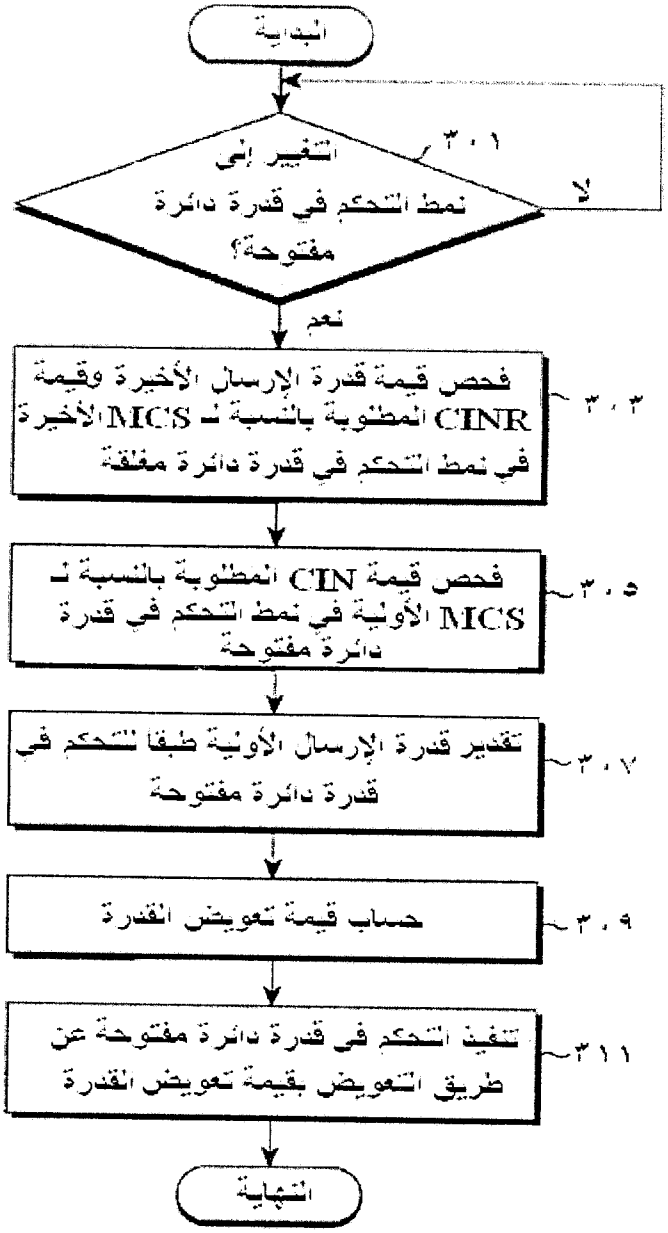
mode .



شكل ١
(الفن السابق)


قدرة الإرسال
٢٠١
٢٠٣
٢٠٧
الوصلة البينية العليا
جزء طبقة MAC
مودم الإرسال
جهاز اتصال مزدوج
٢٠٥
مودم الاستقبال
٢٠٩
٢١١
وحدة التحكم في القدرة
وحدة قياس قدرة الاستقبال

شكل ٢


البداية
٣٠١
التغيير إلى نمط التحكم في قدرة دائرة مفتوحة؟
لا
نعم
٣٠٣
فحص قيمة قدرة الإرسال الأخيرة وقيمة CINR المطلوبة بالنسبة لـ MCS الأخيرة في نمط التحكم في قدرة دائرة مغلقة
٣٠٥
فحص قيمة CIN المطلوبة بالنسبة لـ MCS الأولية في نمط التحكم في قدرة دائرة مفتوحة
٣٠٧
تقدير قدرة الإرسال الأولية طبقا للتحكم في قدرة دائرة مفتوحة
٣٠٩
حساب قيمة تعويض القدرة
٣١١
تنفيذ التحكم في قدرة دائرة مفتوحة عن طريق التعويض بقيمة تعويض القدرة
النهاية

شكل ٣