



(12) DEMANDE DE BREVET

(11) N° de publication : **MA 38615 A1** (51) Cl. internationale : **H02J 3/28; H02J 3/32**

(43) Date de publication :
31.10.2016

(21) N° Dépôt :
38615

(22) Date de Dépôt :
24.11.2015

(30) Données de Priorité :
25.11.2014 EP 14382470

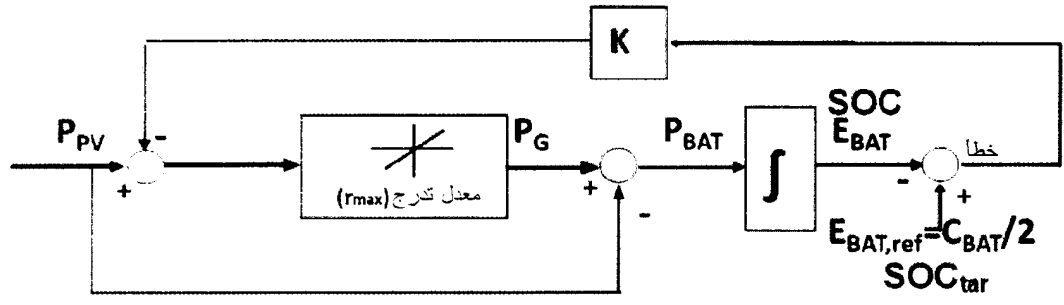
(71) Demandeur(s) :
ACCIONA ENERGIA, S.A, AVDA.CIUDAD DE LA INNOVACION 5 E-31621 SARRIGUREN (NAVARRA) (ES)

(72) Inventeur(s) :
GUELBENZU MICHELENA EUGENIO ; PADROS RAZQUIN ASUN ; RABAL ECHEVERRIA DANIEL ; MARROYO PALOMO LUIS ; MARCOS ALVAREZ JAVIER ; GARCIA SOLANO MIGUEL ; DE LA PARRA LAITA IÑIGO

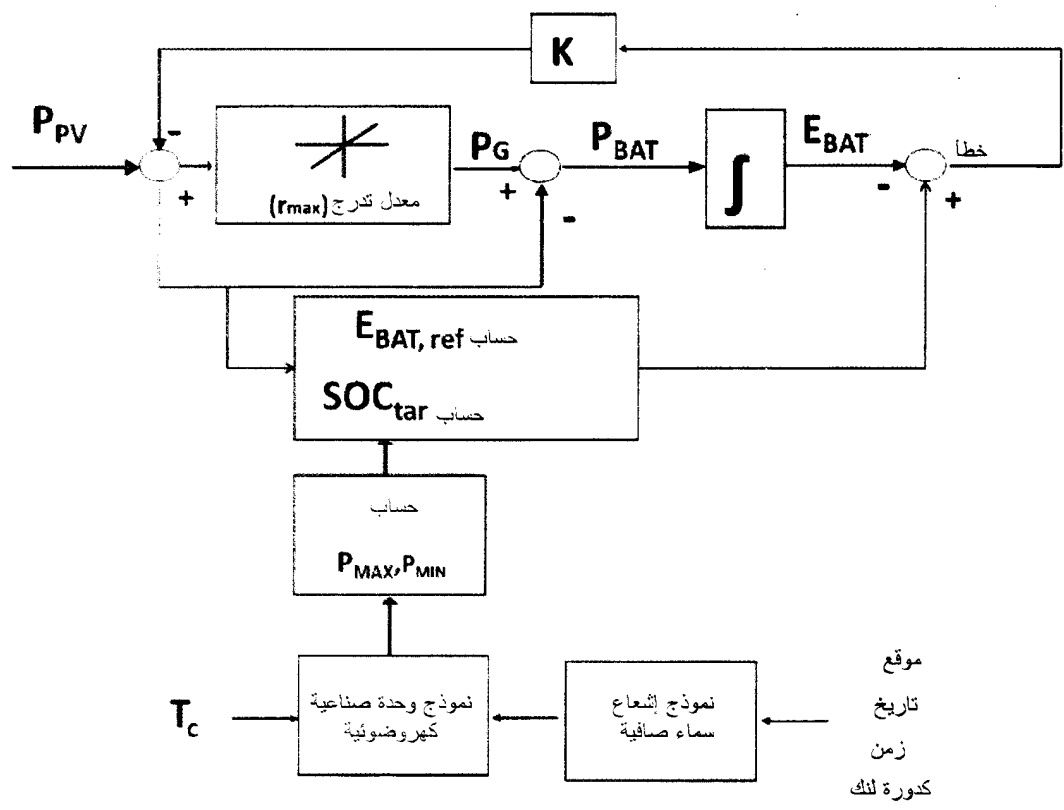
(74) Mandataire :
SMAS INTELLECTUAL PROPERTY

(54) Titre : **METHODE POUR LE CONTROLE DE RAMPE DE PUISSANCE-TAUX EN MINIMISANT LES BESOINS DE STOCKAGE D'ENERGIE DANS LES USINES INTERMITTENTS DE PRODUCTION D'ELECTRICITE**

(57) Abrégé : La présente invention est un procédé pour le contrôle de puissance montées en taux réduit les besoins de stockage d'énergie dans les centrales intermittentes de production d'énergie, comme par exemple une centrale solaire photovoltaïque, ce qui minimise les exigences de stockage d'énergie réduire de moitié environ la taille des systèmes nécessaires pour se conformer de stockage une rampe de taux maximum admissible donnée par un règlement de code de réseau en ce qui concerne l'état de l'art, réduisant ainsi les coûts d'investissement dans l'usine et / ou la réalisation d'une utilisation rationnelle du système de stockage d'énergie, de manière à ce que, pour atteindre le même rampe de fluctuation maximale, une utilisation mineure est faite du système de stockage d'énergie, ce qui minimise les pertes et se prolongeant sa durée de vie, et donc de réduire les coûts d'exploitation de l'usine.



الشكل ١



الشكل ٢

بسم الله الرحمن الرحيم

طريقة للتحكم في معدلات تدرج قدرة تخفض متطلبات تخزين طاقة في وحدات توليد قدرة متقطع

مجال الاختراع

قد يكون الاختراع مشمولاً في المجال التقني لطرق للتحكم في معدلات تدرج القدرة
المخفضة لمتطلبات تخزين الطاقة في وحدات توليد القدرة المتقطع.

5 يتمثل هدف الاختراع الراهن في طريقة للتحكم في معدلات تدرج قدرة تخفض متطلبات
تخزين طاقة في وحدات توليد قدرة متقطع مثل، على سبيل المثال، وحدة شمسية كهروضوئية،
تخفيض متطلبات تخزين الطاقة تشمل تقريباً حجم أنظمة التخزين اللازمة للتوافق مع معدل تدرج
أقصى مسموح به معين بنظام كود شبكي فيما يتعلق بحالة التقنية، مخفضة بذلك تكاليف البحث
والاستقصاء في الوحدة الصناعية و/أو تنفيذ استخدام منطقي لنظام تخزين الطاقة، بحيث لتحقيق
نفس تدرج التراوح (أو التقلب) الأقصى، يتم استخدام طفيف لنظام تخزين الطاقة، مقللاً الفقد إلى
10 الحد الأدنى ومطولاً عمرها التشغيلي المتوقع ومن ثم تخفيض التكاليف التشغيلية للوحدة الصناعية.

خلفية الاختراع

يعتمد إنتاج طاقة شمسية كهروضوئية على الإشعاع (كثافة الفيض الإشعاعي) العالمي
المتوفر، الذي يعتمد، لموقع محدد، على اليوم من السنة والساعة (من اليوم، لكن أيضاً على
التأثيرات (أو الفعاليات) الجوية مثل الغيوم أو الهباء الجوي في الموقع الخاص للخلايا
15 الكهروضوئية

لذا، على امتداد أي يوم معين، تتفاوت القدرة الشمسية بشكل هام. في يوم مشمس، على
سبيل المثال، تظهر ميلاً أو تغيراً نبوئياً بسبب المستويات المختلفة للإشعاع على امتداد اليوم، ولأن
الزوايا المختلفة للشمس تتشكل خلال اليوم مع الخلايا الشمسية الكهروضوئية على شكل دالة لنوع
سعة التتبع التي تشملها.

20 في يوم غائم، يُظهر الإنتاج تغيرات إضافية يمكن أن تكون سريعة جداً اعتماداً على حجم
الوحدة الكهروضوئية وسرعة حركة الغيوم فوقها، بينما تكون منحنيات القدرة مختلفة بالكامل ليوم
صاف (خلو من الغيوم)، يوم غائم جزئياً ويوم غائم تماماً.

يصعب التنبؤ بالتغيم ويكون سريعاً بالنسبة لتأثيراته، لذا يمكن أن يسبب ترواحات في إنتاج الوحدات الكهروضوئية مما يحدث مشاكل في استقرارية النظام الكهربائي. أجرى مشغلو الشبكات الكهربائية عدة بحوث حول تأثيرات الترواحات حيث أنه لكونها لا يمكن توقعها، ينبغي تزويد الشبكة بسعة تحكم مناسبة لامتصاصها. قد تبلغ القدرة القصوى، في وحدات كهروضوئية حتى 90% من القدرة الاسمية في فترات زمنية قصيرة جداً، تقل عن دقيقة.

5 في حالة مزرعة ريح، يكون مورد الريح المحرز متغيراً أيضاً اعتماداً على الأحوال الجوية، لذا تكون التأثيرات مشابهة لتلك الموجودة في وحدات كهروضوئية، رغم أنها ديناميات مختلفة وجداول زمنية مختلفة.

10 تتمثل إحدى الطرق لحل مسألة ترواحات القدرة في ضبط التوليد بتحديد السرعة العظمى لتغير القدرة، نموذجياً بقيمة التدرج الأقصى التي يمكن لتغيرات القدرة أن تحوزها في كل دورة تحكم. يتطلب ذلك التنبؤ بالترواحات والتصرف مقدماً محدداً إنتاج الوحدة الصناعية. للتنبؤ بالترواحات، ينبغي تقدير تعديلات المعالم الارصادية المسببة لها بدقة. قد يؤدي تنبؤ ضعيف (أو رديء) للمتغيرات الارصادية وتأثيراتها على إنتاج الوحدة الصناعية إلى فقد كبير في العملية وقد يبرر البحث والاستقصاء في أنظمة تخزين الطاقة

15 تتمثل الطريقة التي تتعامل الأنظمة المؤسسة بها مع هذه المشكلة بتحديد تدرجات عظمى لتغير القدرة إلى القدرة المغذاة في الشبكة من وحدات التوليد المتقطع. بهذه الطريقة، يمكن ضمان أن تغير القدرة لوحدة صناعية، أو مجموعة وحدات صناعية، لا يتجاوز الديناميات التي بها تزيد وحدات صناعية أخرى في النظام أو تخفض القدرة، كي لا يغير ميزان الإنتاج والاستهلاك في كل لحظة.

20 لتحديد هذه القيم، تعتبر سرعة تغير القدرة المحتملة لوحدات القدرة الحرارية بين 2,5%-10% من قيمتها الاسمية في الدقيقة، الموجودة على شكل جزء من التوليد المدبر، مرجعاً بذلك يضمن أن يتجاوب بقية النظام، إن زود بسعة تحكم مناسبة، مع تغيرات القدرة السريعة في وحدات توليد القدرة المتقطع. يتمثل اختيار آخر في اعتبار أن تجميع وحدات صناعية قريبة أو مجاورة ينتج تغيراً في القدرة المحرزة على شكل مجموع لها كلها، والذي يكون أقل من التغيرات من كل وحدة صناعية فردية (تأثير الترشيح)، لذا يمكن تخفيض متطلبات التخزين.

25 يمكن لوحدات صناعية بتخزين طاقة أن تضبط سرعة تغير الخرج بشحن وتفريغ طاقة أنظمة التخزين. على سبيل المثال، يمكن ضم نظام بطاريات بقدرة 1 ميغاواط-560 كيلوميغاواط

إلى وحدة صناعية بقدرة 1,2 ميغاواط ذروي والذي به يمكن التحكم بتغيرات قدرة خرج من الوحدة الصناعية طبقاً لتدرج أقصى محدد بنظام التحكم.

ثمة عدة استراتيجيات معروفة من حالة التقنية في وحدات توليد طاقة شمسية ورياح وتشمل عدة تقنيات تخزين طاقة، حيث تكون الطريقة المعتادة للتحكم بتراوحات القدرة بتخزين الفائض في وسيلة التخزين أو نقل العجز من وسيلة التخزين، بحيث عندما تنتج زيادات في مقدار القدرة، 5 تشحن البطارية كي لا يحتوي الإنتاج المغذى إلى الشبكة على تذبذبات كبيرة، بينما عندما تحدث انخفاضات في القدرة، تزود البطارية القدرة لمجاراة الإنتاج المغذى إلى الشبكة بدون تذبذبات كبيرة، حيثما يمكن تنفيذ هذا الإجراء بطرق مختلفة والحصول على نتائج مختلفة.

الطريقة المباشرة (أو الفورية) لعمل هذا، مشاراً إليها على شكل ضبط معدل تدرج، بخوارزمية ضبط (أو تحكم)، تكون معرفة في الدورة الزمنية، تحدد قيمة شحن أو تفريغ لنظام 10 التخزين، بحيث، في الدورة التالية، لا تكون ثمة قيمة مع انحراف أعلى من الانحراف المسموح به بقيمة معدل التدرج الأقصى المسموح به، متضمناً هبوط تغير دوري أدنى.

تبيين النشرة العملية: Storage requirements for PV power ramp-rate control. Sol. Energy

99, 28–35 from the authors Marcos, J., Storkel, O., Marroyo, L., Garcia, M., Lorenzo, E., 2014” 15
استراتيجيه ضبط معدل تدرج متوافقاً مع تغير معدل تدرج معين مسموح به. بشكل خاص، قدمت معادلة لحساب سعة التخزين اللازمة لدعم أسوأ حالات التراوح في وحدة صناعية كهروضوئية. بكلمات أخرى، تراوح عندما تكون الوحدة الصناعية الكهروضوئية في حالة تشغيل كامل في ظروف سماء صافيه مقارنة بظروف غائمة بالكامل، أو بالعكس. لأن إشارة التراوح الأول مجهولة، تلزم بطارية مزدوجة السعة لامتناس كل من التراوحات الصاعدة والهابطة بناءً على المعرفة المتوفرة في الوقت الحاضر. 20

الكشف عن الاختراع

يحل الاختراع الراهن المشكلة التقنية المذكورة بطريقة لضبط معدلات تدرج قدرة تخفض متطلبات تخزين طاقة في وحدات توليد قدرة متقطع، مثل على سبيل المثال، وحدة شمسية كهروضوئية، عنفة هوائية أو مزرعة ريح، تخفض متطلبات تخزين الطاقة مخفضة بشكل هام حجم أنظمة التخزين اللازمة للتوافق مع معدل تدرج أقصى معين مسموح به بنظام كود شبكي، بالنسبة 25 إلى حالة التقنية، إلى النصف، مخفضة بذلك تكاليف الاستثمار في الوحدة الصناعية و/أو تنفيذ استعمال مدبر لنظام تخزين الطاقه، بحيث لتحقيق تدرج تراوح أقصى، يتم استعمال طفيف لنظام

تخزين الطاقة، مقللاً الفقد ومطوّلاً عمرها التشغيلي المتوقع، ومن ثمّ مخفضاً تكاليف تشغيل الوحدة الصناعية.

5 في أي من الاستراتيجيات المذكورة في خلفية قطاع الاختراع، عندما يتم تنفيذ ضبط خرج قدرة الوحدة الصناعية بشحن أو تفريغ نظام تخزين محدود السعة، يلزم إعادة حالة الشحن $SOC(t)$ إلى قيمة محددة، أي، هدف $SOC(t)$ ، $SOC_{tar}(t)$ ، نموذجياً حول 50%. هكذا، لا يبلغ نظام التخزين قيمه التقنية العظمى والصغرى المسموح بها ويضمن أن يشمل نظام التخزين طاقة مخزونة كافيه وسعة شحن قدرة كافيه لتحقيق فعاليته. سيشار إلى تقنية شحن نظام التخزين عندما تتخفف $SOC(t)$ عن قيمة محددة، وتفريغه عندما ترتفع $SOC(t)$ عن القيمة المحددة، على شكل خوارزمية لحالة الشحن؛ أو على شكل مكون شحن وتفريغ يعتمد على التباعد بين $SOC(t)$ في كل لحظة والهدف $SOC, SOC_{tar}(t)$. 10

لذا، ينفذ تصميم نظام التخزين ليُدمج في وحدة توليد مقطع محدداً أولاً إستراتيجية التشغيل العالمي. حتى الآن، ذكرت استراتيجيات لضبط تتبّع ترواحات تدرجات عظمى وتغوق تدرج. من هذه الترواحات لمورد الطاقة الشمسية أو الرياح المتنبأ بها والإستراتيجية التي ستنفذ، يتم تحديد سعة شحن وتفريغ القدرة التي يحتاجها نظام التخزين المرافق لوحدة التوليد الصناعية. وهكذا، تقاس سعة القدرة الكلية لنظام تخزين الطاقة وهدف SOC ، $SOC_{tar}(t)$ ، كي يزود نظام التخزين سعة التخزين والتفريغ المعينة. تشمل إستراتيجية لكي، خلال تشغيل، لا ينحرف نظام التخزين $SOC(t)$ كثيراً جداً عن الهدف، بحيث يضمن تحقيق أو إنجاز الفعالية المطلوبة مع الزمن. 15

الطريقة لضبط معدلات تدرج قدرة تخفض متطلبات تخزين طاقة للتوافق مع قيمة معدل تدرج عظمى مسموح بها إلى القدرة المغذاة في الشبكة، $P_G(t)$ ، بافتراض نظام كود شبكي للاختراع الراهن، التي يمكن استخدامها، على سبيل المثال، مع وحدة شمسية كهروضوئية، وحيث يكون نظام تخزين الطاقة بطارية مثلاً، تشمل: 20

- مرحلة لحساب قدرة الوحدة الصناعية العظمى $P_{Max}(t)$ ، قدرة الوحدة الصناعية الصغرى $P_{Min}(t)$ ، للقدرة اللحظية المتولدة بوحدة توليد القدرة المتقطع $P(t)$ ؛
 - مرحلة تحديد التراوح الأسوأ الممكن (أو المحتمل) الذي يمكن أن يحدث في القدرة اللحظية المتولدة بوحدة توليد القدرة المتقطع $P(t)$ ، حيث يكون التراوح الأسوأ المحتمل واحداً من التراوحين التاليين: تراوح موجب محسوب بين القدرة اللحظية $P(t)$ وقدرة الوحدة العظمى $P_{Max}(t)$ وتراوح سالب محسوب بين القدرة اللحظية $P(t)$ وقدرة الوحدة الدنيا $P_{Min}(t)$ ؛
- 25

- مرحلة لحساب حالة الهدف دينامياً للشحن، $SOC_{tar}(t)$ ، لنظام تخزين طاقة مطلوب لدعم التراوح الأسوأ المحتمل؛ و
- مرحلة تحكم حيث تُعدل حالة الشحن $SOC_{tar}(t)$ لنظام تخزين الطاقة المرافقة للفرق بين القدرة المغذاة في الشبكة، $P_G(t)$ والقدرة اللحظية المتولدة بوحدة توليد القدرة المتقطع $P(t)$ ، طبقاً لحالة الهدف للشحن $SOC_{tar}(t)$ ، إن كانت القيمة السابقة لحالة الهدف للشحن $SOC_{tar}(t-1)$ ، غير قادرة على دعم التراوح الأسوأ المحتمل أو غير معدلة إن كانت القيمة السابقة لحالة الهدف للشحن $SOC_{tar}(t-1)$ قادرة على دعم التراوح الأسوأ المحتمل. 5
- يأخذ الاختراع في الاعتبار أن كلاً من (i) الظروف لضبط تراوح قدرة الخرج للوحدة الصناعية، و(ii) الظروف لحالة شحن نظام التخزين قد تكون دينامية بحيث تتغير طبقاً لمعالم أخرى. تكون سجلات التغيير مفهومة بمعرفة التطبيق وكيف تعمل وحدات التوليد المتقطع المتجددة، الذي هو هدف الاختراع الراهن. 10
- لذا، كدالة لقدرة الوحدة العظمى $P_{Max}(t)$ وقدرة الوحدة الدنيا $P_{Min}(t)$ ، يمكن الحصول على SOC اللازمة لتتبع أي تراوحات محتملة، موجبة أو سالبة.
- إن كانت وحدة توليد القدرة المتقطع وحدة شمسية كهروضوئية، يمكن بسهولة تقدير قدرة الوحدة الكهروضوئية المتولدة $P_{PV}(t)$ لقيم إشعاع معينة $G(t)$ ودرجة حرارة الخلية $T_c(t)$ بنموذج وسيطي للوحدة الكهروضوئية المعنية. من الممكن تقدير حدود إنتاج الوحدة الكهروضوئية كل لحظة، أي، $P_{PV, Max}(t)$ ، بشكل مفضل قدرة الوحدة الكهروضوئية تحت ظروف سماء صافيه، و $P_{PV, Min}(t)$. بشكل مفضل قدرة الوحدة الكهروضوئية تحت ظروف سماء غائمة كاملاً حيث يصل الضوء المنتشر فقط المجموعات الكهروضوئية. تمثل هذه القدرات $P_{PV, Max}(t)$ ، $P_{PV, Min}(t)$ ، كلاً من القدرة العظمى والصغرى على التوالي التي يمكن أن تحدث في الوحدة الكهروضوئية في تلك اللحظة من الزمن. 15
- إن كانت وحدة توليد القدرة المتقطع عنفة هوائية أو مزرعة ربح، فإن قدرتهما المتولدة $P_w(t)$ ، لقيم معينة من متغيرات ارضادية، مثل سرعة ربح $V_w(t)$ ودرجة حرارة $T(t)$ ، يمكن بسهولة تقديرها بنموذج وسيطي للعنفة الهوائية المعنية، محرزاً حدود إنتاج العنفة الهوائية، أي، $P_{WT, Max}(t)$ و $P_{WT, Min}(t)$ ، بشكل مفضل تكون $P_{WT, Max}(t)$ القدرة المقدره للعنفة الهوائية أو مزرعة الربح وتكون $P_{WT, Min}(t)$ قيمة أخرى مختلفة عن القدرة المقدره. 20
- بهذه الطريقة، يمكن حساب التغير الأقصى للقدرة الذي يمكن أن يحدث، سواء كان موجياً أو سالباً، من القدرة اللحظية المتولدة بالوحدة المتقطعة، $P(t)$. وهكذا، كدالة للقدرة اللحظية الفعلية، 25

يمكن عندئذ الحصول على حالة الشحن اللازمة SOC الضرورية لامتناس أو تزويد الطاقة اللازمة اعتماداً على طبيعة التراوحات، صاعدة أو هابطة على التوالي.

بكلمات أخرى، ولوحدة شمسية كهروضوئية، يمكن ضبط SOC لنظام تخزين الطاقة قرب 100% في يوم صاف ومع الوحدة الكهروضوئية في حالة تشغيل كامل، مفترضاً حقيقة أن الحدث الوحيد الذي يمكن أن يحدث هو تراوح هابط، يُخفف بتزويد طاقة من نظام تخزين الطاقة. بينما، في يوم غائم مع الوحدة الكهروضوئية تعمل تحت ظرف إشعاع منتشر بقدرة منخفضة يكون نظام تخزين الطاقة عند حالة منخفضة للشحن (SOC) لامتناس التراوح الصاعد المحتمل الوحيد الذي يمكن أن يحدث. تتضمن أي حالة إنتاج متوسطة مرجع $SOC_{tar}(t)$ الذي يكون متغيراً على شكل دالة لظروف الطقس الفعلية. بهذه الطريقة، تكون السعة اللازمة مع هذا الاختراع هي السعة اللازمة لتخفيف حالة التراوح الأسوأ، مخفضاً بذلك على نحو هام إلى تصنيف الحالة الراهنة لمتطلبات التقنية.

لذا، تنفذ بشكل مفضل مرحلة تحديد حالة الهدف للشحن، $SOC_{tar}(t)$ ، لنظام تخزين الطاقة دينامياً، طبقاً لقدرة الوحدة العظمى، $P_{PV, Max}(t)$ والدنيا، $P_{PV, Min}(t)$ ، عبر قيم معينة للإشعاع $G(t)$ ، ودرجات حرارة (Tc) خلايا مقاسة للسماح لنظام تخزين الطاقة بتزويد قدرة كافية لتغطية نقص في الإشعاع أو بطريقة أخرى لامتناس قدرة زائدة.

على نحو مفضل، $AxP_{Max}(t)=P_{Min}(t)$ ، حيث تكون A مشمولة في الفترة (صفر، 1-صفر، 3) باعتبار أن $P_{Min}(t)$ تقابل القدرة تحت ظروف تخيم أقصى يكافئ $(Ax100)\%$ من $P_{Min}(t)$ ليوم صاف لوحدة قدرة كهروضوئية.

تكون السعة المتوفرة لنظام تخزين الطاقة لتفريغ في حالة تراوح هابط أقصى محتمل $(C_{BAT,c})$ هي الطاقة المخزونة التي يلزم حقنها في الشبكة لتخفيف هذا التراوح. من ناحية أخرى، تكون السعة اللازمة لشحن في حالة تراوح صاعد أقصى $(C_{BAT,c})$ هي الطاقة اللازمة لتخزين في نظام تخزين الطاقة لامتناس هذا التراوح.

عندما تشتغل الوحدة الكهروضوئية في أي وقت قرب منتصف النهار، عندما تكون $P_N=P_{PV,Max}$ ، يكون المجموع $C_{BAT} = C_{BAT,c} + C_{BAT,d}$. يعني هذا أنه ثمة نقطة $SOC(t)$ واحدة فقط تتوافق مع تحديد التدرج المفترض. مع ذلك، في أي وقت آخر من اليوم، يكون المجموع $C_{BAT,c} + C_{BAT,d} > C_{BAT}$ ، والذي يعني أنه ليس فقط توجد نقطة مفردة توافق تحديد التدرج وإنما منطقة بكاملها. إن كانت $SOC(t)$ ضمن هذه المنطقة، لا يلزم أي تعديل، حقيقة تجعل من الممكن تخفيض انحطاط التغير الدوري لنظام تخزين الطاقة أن لزم ذلك. ينقل هذا إلى الظروف التالية:

$$\text{if } SOC(t) < C_{BAT,d}(t)$$

$$SOC_{tar}(t) = C_{BAT,d}(t)$$

$$\text{else if } C_{BAT} - SOC(t) < C_{BAT,c}(t)$$

$$SOC_{tar}(t) = C_{BAT,c}(t)$$

5

$$\text{else } SOC_{tar}(t) = SOC_{tar}(t-1)$$

حيث تكون $C_{BAT,d}(t)$ السعة المتوفرة لنظام تخزين الطاقة اللازمة لتفريغ في حالة تراوح هابط أقصى محتمل مرافق لتغير القدرة الأقصى السالب الذي يمكن أن يحدث، تكون $C_{BAT,c}(t)$ السعة اللازمة لشحن في حالة التراوح الصاعد الأقصى المرافق لتغير القدرة الموجب الأقصى الذي يمكن أن يحدث. وتكون $SOC(t)$ الحالة لشحن نظام تخزين الطاقة المرافق للفرق بين القدرة المغذاة في الشبكة، $P_G(t)$ ، والقدرة اللحظية المتولدة بالوحدة الكهروضوئية $P_{pv}(t)$ ، 10

تُعدل $SOC(t)$ لنظام تخزين الطاقة بشكل مستمر لموافقة كل من تحديد معدل التدرج المستخدم وأي تراوحات محتملة يمكن أن تحدث. فضلاً عن ذلك، كما ذكر أعلاه، عند بداية ونهاية اليوم عندما تتوافق قيم $E_{BAT}(t)$ مع تحديد معدل التدرج، تبقى $SOC(t)$ ثابتة.

بشكل مفضل، تنفذ مرحلة حساب قدرة الوحدة العظمى، $P_{Max}(t)$ ، والصغرى $P_{Min}(t)$ للقدرة اللحظية المتولدة بوحدة توليد القدرة المتقطع $P(t)$ لكل واحدة من مجموعة الوحدات لحساب القدرة العظمى $P_{Max}(t)$ ، والصغرى $P_{Min}(t)$ لمجموعة الوحدات الصناعية. 15

اختيارياً، تشمل الطريقة أيضاً مرحلة تحديد المكون الدينامي للتدرج المحدد على شكل الميل الذي تغير به القدرة في كل مرحلة تحكم، طبقاً لحالة شحن نظام تخزين الطاقة، $SOC(t)$. في حالة تنفيذ المرحلة لتحديد التدرج الأقصى لتغير القدرة إلى القدرة المغذاة في الشبكة بوحدة توليد القدرة المتقطع بمرحلة تحديد المكون الدينامي المحدد على شكل الميل الذي ستغير به قدرة الخرج في الوحدة الصناعية في كل دورة تحكم، طبقاً لحالة شحن نظام تخزين الطاقة $SOC(t)$ ، يضمن أن تغير القدرة لوحدة صناعية، أو مجموعة وحدات صناعية، لا يتجاوز الديناميات العظمى المسموح بها؛ وعليه تثبت لكي تزيد وحدات صناعية أخرى في النظام أو تخفض القدرة، كي لا يغير ميزان الإنتاج والاستهلاك لكامل النظام في كل لحظة. 20

وهكذا، إن كانت مرحلة الشحن تحت قيمة مرجعية، تعدل المنحنيات لمساعدة نظام التخزين لكي يشحن. إن كانت حالة شحن نظام التخزين أعلى من القيمة المرجعية، تُعدل المنحنيات لمساعدة تفريغ نظام التخزين، محرراً دائماً المنحنيات العظمى المسموح بها. 25

وهكذا، يُخفّض استخدام نظام تخزين الطاقة (عدد دورات الشحن/التفريغ في حالة بطارية)، لأنه باستخدام تدرجات عظمى محددة دينامياً لتغيير قدرة، طبقاً لحالة شحن نظام الطاقة، ينحرف نظام التخزين الانحراف الأقل المحتمل عن حالة الشحن (SPC) المحدد كهدف.

يمكن لتدرجات عظمى محددة لتغيير قدرة للقدرة الكلية المتولدة بمجموعة وحدات صناعية أن ترفع تشييت التوهين ولذا تخفض قيمة نظام الطاقة اللازمة. يكون هذا مفهوماً في حالة كل من جزيرة حيث تذهب القدرة المتولدة كلها إلى خط مفرد، كما في حالة عدة وحدات صناعية بشكل مفضل عنفة هوائية أو وحدة كهروضوئية، على شكل مجموع القيم العظمى الصغرى لكل مدى.

في الجدول التالي، معالم مختلفة مبينة بين الاختراع الراهن والنشرة العلمية: Storage requirements for PV power ramp-rate control. Sol. Energy 99, 28– 35 from the authors Marcos, J., Storkel, O., Marroyo, L., Garcia, M., Lorenzo, Ey 2014 10
مختلف المعالم بسبب الطريقة المذكورة للحالة حيث يكون نظام تخزين الطاقة بطارية.

الاختراع	حالة التقنية	النتائج
12279	24558	السعة النظرية C_{ABT} (كيلوواط ساعة)
11703	23678	السعة الفعالة المستخدمة $C_{ABT,used}$ (كيلوواط ساعة)
6,15	6,39	الطاقة عبر نظام تخزين الطاقة (نسبة مئوية لإنتاج كلي)

هكذا، تسمح طريقة الاختراع لـ C_{BAT} أن تتصف إلى المطلوب في النشرة العملية المذكورة أعلاه.

15 شرح مختصر للرسوم

لاستخدام الوصف الراهن وتزويد فهم أفضل لخصائص الاختراع، طبقاً لتجسيد مفضل له، ألحقت مجموعة رسوم كجزء من الوصف، بغرض توضيحي لا تحديدي، يمثل ما يلي:

الشكل 1 : يظهر نموذج ضبط معدل تدرج طبقاً للطريقة المبينة في النشرة العلمية المذكورة أعلاه.

الشكل 2 : يظهر نموذج ضبط معدل تدرج طبقاً للطريقة لضبط معدلات تدرج قدرة تخفض متطلبات تخزين طاقة في وحدات توليد قدرة متقطع للاختراع.

الشكل 3 : يظهر رسماً بيانياً حيث التغيير في يوم للقدرة اللحظية المتولدة بالوحدة الكهروضوئية $P_N(t)$ ، قدرة الوحدة العظمى $P_{PV,Max}$ ، والصغرى $P_{PV,Min}$ ، مبيّن

الشكل 4 : يظهر في الجانب الأيسر رسماً بيانياً حيث المرحلة لحساب دينامي لهدف حالة الشحن $SOC_{tar}(t)$ لنظام تخزين طاقة لازم لدعم التراوح الأسوأ المحتمل مبينة لحظة t من اليوم في الشكل 3، وفي الجانب الأيمن تفصيل الرسم البياني المذكور.

الشكل 5 : يظهر رسماً بيانياً حيث الحالة لحساب دينامي لهدف حالة الشحن $SOC_{tar}(t)$ لنظام تخزين طاقة لازم لدعم التراوح الأسوأ المحتمل مبينة لليوم في الشكل 3.

الشكل 6 : يظهر تطور SOC خلال يوم صاف في الجانب الأيسر ويوم غائم في الجانب الأيمن.

تجسيد مفضل للاختراع

10 يقدم الآن وصف تفصيلي لتجسيد مفضل للاختراع الراهن، طبقاً للأشكال 1 إلى 6 المشار إليها أعلاه.

15 الطريقة لضبط معدلات تدرج قدرة تخفض متطلبات تخزين طاقة لموافقة قيمة معدل تدرج عظمى مسموح بها إلى القدرة المغذاة في الشبكة $P_G(t)$ ، المقدمة بتنظيم كود شبكي للاختراع الراهن، يمكن استخدامها مع، على سبيل المثال، وحدة شمسية كهروضوئية وحيث يكون نظام تخزين الطاقة، على سبيل المثال، بطارية، تشمل:

- مرحلة لحساب قدرة الوحدة الصناعية العظمى $P_{Max}(t)$ ، قدرة الوحدة الصناعية الصغرى $P_{Min}(t)$ ، للقدرة اللحظية المتولدة بوحدة توليد القدرة المتقطع $P(t)$ ؛
- مرحلة تحديد التراوح الأسوأ الممكن (أو المحتمل) الذي يمكن أن يحدث في القدرة اللحظية المتولدة بوحدة توليد القدرة المتقطع $P(t)$ ، حيث يكون التراوح الأسوأ المحتمل واحداً من التراوحين التاليين: تراوح موجب محسوب بين القدرة اللحظية $P(t)$ وقدرة الوحدة العظمى $P_{Max}(t)$ وتراوح سالب محسوب بين القدرة اللحظية $P(t)$ وقدرة الوحدة الدنيا $P_{Min}(t)$ ؛
- مرحلة لحساب حالة الهدف دينامياً للشحن، $SOC_{tar}(t)$ ، لنظام تخزين طاقة مطلوب لدعم التراوح الأسوأ المحتمل؛ و
- مرحلة تحكم حيث تُعدل حالة الشحن $SOC_{tar}(t)$ لنظام تخزين الطاقة المرافقة للفرق بين القدرة المغذاة في الشبكة، $P_G(t)$ والقدرة اللحظية المتولدة بوحدة توليد القدرة المتقطع $P_{PV}(t)$ ، طبقاً لحالة الهدف للشحن $SOC_{tar}(t)$ ، إن كانت القيمة السابقة لحالة الهدف للشحن $SOC_{tar}(t-1)$ ، غير قادرة على دعم التراوح الأسوأ المحتمل أو غير معدلة إن كانت القيمة السابقة لحالة الهدف للشحن $SOC_{tar}(t-1)$ قادرة على دعم التراوح الأسوأ المحتمل.

تقدر قدرة الوحدة الكهروضوئية اللحظية المتولدة $P_{PV}(t)$ لقيم إشعاع معينة، $G(t)$ ، درجة حرارة خلية $T_c(T)$ ، بنموذج وسيطي للوحدة الكهروضوئية المعنية. من الممكن في أي لحظة تقدير حدود إنتاج الوحدة الكهروضوئية: قدرة الوحدة الكهروضوئية تحت ظروف سماء صافيه $P_{PV, Max}(t)$ ، وتحت ظروف سماء غائمة كلياً حيث يصل الضوء المنتشر فقط إلى المجموعات الكهروضوئية $P_{PV, Min}(t)$. تمثل هذه القدرات كلاً من القدرة العظمى والصغرى التي يمكن أن تحدث في الوحدة الكهروضوئية في تلك اللحظة من الزمن. بهذه الطريقة، يمكن حساب تغير القدرة الأقصى الذي يمكن أن يحدث، إما موجباً أو سالباً، من القدرة اللحظية المتولدة بالوحدة الكهروضوئية $P_{PV}(t)$. وهكذا، كدالة للقدرة الكهروضوئية الفعلية، يمكن بعدئذ الحصول على حالة الشحن اللازمة لامتناس أو تزويد الطاقة اللازمة اعتماداً على التراوح، إما صاعداً أو هابطاً على التوالي. يظهر رسم التحكم كتلة يمكنها أن تحسب، من خلال درجة حرارة (T_c) للخلية المقاسة، قيمة $(E_{BAT, ref})$ SOC للسماح للبطارية بتزويد قدرة كافيته لتغطية نقص في الإشعاع أو بطريقة أخرى لامتناس قدرة زائدة.

حساب $P_{PV, Max}(t)$ يقابل حساب القدرة الكهروضوئية تحت ظروف سماء صافيه. يمكن الحصول على هذه القدرة من خلال المراحل التالية:

أ) نموذج إشعاع سماء صافيه

كانت معرفة إشعاع السماء الصافيه الذي يصل إلى سطح الأرض المعلم الرئيسي في مجال نمذجة وتقييم الإشعاع الشمسي. نتيجة لذلك، يمكن أن توجد عدة نماذج تجريبية وفيزيائية في النشرات العملية: (Bird and Hulstrom, 1980; Geiger et al., 2002; Gueymard, 1989; Kasten, 1980; Molineaux et al., 1998; Rigollier et al., 2000). كما سيرى لاحقاً، دقة عالية غير مطلوبة لنمذجة أيام سماء صافيه لجودة التحكم، أثبتت صحة هذه النماذج جيداً وكان أداؤها في قياسات ظروف صافيه جداً ضمن 4% بلغة الانحراف المعياري (إنابشن، 2006). بالنسبة إلى دراستنا، ينبغي أن تبنى معايير انتقاء النموذج على كل من استخدام البساطة وتوفر معلم الدخل (كدورة لنك أو عمق الهباء البصري). بهذه الطريقة، استخدم نموذج السماء الصافية لـ European Solar Irradiance Atlas (ESRA) الذي يحتاج كدورة لنك فحسب كمعلم دخل (Rigollier et al., 2000). تكفي قيم شهرية لمعامل كدورة لنك لدراستنا ويمكن الحصول عليها من (SODA, n.d.).

في هذا النموذج، جزئ الإشعاع العالمي الأفقي لسماء صافيه، $G_c(O)$ ، إلى مكون مباشر $B_c(O)$ وأعطي بالمعادلة (7):

$$(7) \quad B_c(0) = B_0 \varepsilon_0 \sin \gamma_s \exp(-0.8662 T_L m \delta_R)$$

حيث B_0 الثابت الشمسي (1367 واط/م²). ε_0 تصحيح اللاتمرركزية؛ γ_s زاوية ارتفاع الشمس (صفر عند الشروق والغروب)؛ T_L عامل كدوة لكك لكتلة هوائية تساوي 2؛ m كتلة هوائية بصرية نسبية؛ δ_R السمك البصري التكامل لرايلي الذي يعتمد على المسار البصري الدقيق ومن ثم على الكتل الهوائية البصرية النسبية، m ، ويمكن الحصول على تمثيلها الوسيط في (Kasten, 1996) والمكون الانتشاري $D_c(0)$ معطى بالمعادلة (8):

$$(8) \quad D_c(0) = B_0 \varepsilon_0 T_{rd}(T_L) F_d(\gamma_s, T_L)$$

في هذه الحالة، يعبر عن الإشعاع الانتشاري على شكل حاصل ضرب دالة النفاذ الانتشاري عند السمات (أي ارتفاع الشمس 90°)، T_{rd} ، ودالة الزاوية الانتشارية، F_d . تتوفر معلومات أخرى حول حساب هذه المعالم في (Rigollier et al., 2000).

10 (ب) نموذج وحدة كهروضوئية

أولاً، تلزم درجة حرارة الخلية، T_c ، لحساب فقد فرط إحماء الزجلة الكهروضوئية. في هذه الدراسة، كان ثمة عدة مجسات درجات حرارة. يمكن حساب T_c على أساس درجة الحرارة المحيطة (T_a)، باستخدام المعادلة (9) المعروفة جيداً:

$$(9) \quad T_c = T_a + \frac{NOCT - 20}{800} \cdot G_m$$

15 حيث، NOCT، درجة حرارة خلية التشغيل الأسمية التي يُحصل عليها من صفيحة بيانات الصانع، بدرجات حرارة مئوية (م)، و G_m الإشعاع المقاس في مستوى المجموعة، بوحدة واط/م². لاحظ أنه في هذه الحالة يلزم مجس إشعاع ومجس درجة حرارة محيطة.

بعد ذلك، حالما يتم الحصول على كلا مكوني الإشعاع العالمي الأفقي، ينبغي حساب الإشعاع الذي يصل المولدات الكهروضوئية (PV). لأجل ذلك، ينبغي حساب زاوية السقوط β ، واتجاه المولد الكهروضوئي، α ، في كل لحظة من الزمن. جميع التعابير التي تتيح هذه المعالم 20 للأنواع الرئيسية لأنظمة التتبع موجود في Narvarte و Lorenzo، 2008.

ومن ثم، بناءً على موضع المولد الكهروضوئي، يمكن حساب الإشعاع في مستوى المولد، $G_c(\beta, \alpha)$. للحصول على قيمة الإشعاع فوق مستوى مائل، اقترحت عدة نماذج: (Hay and McKay, 1985; Hay, John E., Davis, 1980; Klucher, 1979; Lorenzo, 2011; Muneer, 1990; Perez et al.,

25) 1987; Reindl et al., 1990) التي تجزئ الإشعاع الشمسي في إشعاع حرزومي، $B_c(\beta, \alpha)$ ؛ إشعاع انتشاري، $D_c(\beta, \alpha)$ ؛ وإشعاع منعكس $R_c(\beta, \alpha)$. كما ذكر أعلاه، لأجل هذا التطبيق، لأن دقة كبيرة غير مطلوبة، فإن أي نموذج مقترح في النشرات العلمية صحيح. في هذه الحالة، انقني نموذج

المستخدمة في (Hay, John E., Davis, 1980) Hay-Davies. تتوفر معلومات إضافية حول المعالم والمعادلات

(Hay, John E., Davis, 1980; Lorenzo, 2011).

رغم أن الطريقة دقيقة بشكل مناسب لأجل هذه الدراسة، ينبغي ذكر أنه لتحسين دقة

الحساب، يمكن اخذ تقدير فقد القدرة الناتج عن تظليل (Martínez-Moreno et al., 2010)، قذارة

وسقوط (Martin and Ruiz, 2001) وطيف (Ruiz, 1999). 5

تكون المرحلة التالية للحصول على قدرة الخرج العظمى $P_{DC}(t)$ التي تحسب باستخدام

المعادلة (10):

$$(10) \quad P_{DC}(t) = P^* \frac{G_c(t) \eta(t)}{G^* \eta^*}$$

حيث P^* القدرة العظمى تحت ظروف اختبار عياري (أو قياسي) (STC)، محدد بإشعاع متعامد

حرارة الخلية، T_c ، و η^* الكفاءة تحت STC، $G^*=1000\text{W.M}^{-2}$ درجة حرارة $T_c=25^\circ\text{C}$ وطيف (AM1.5)، $\eta'(t)$ الكفاءة كدالة للإشعاع ودرجة 10

حرارة الخلية، T_c ، و η^* الكفاءة تحت STC، $\eta(t) = \frac{P^*}{AG^*}$ حيث A المنطقة النشطة للمولد

الكهروضوئي.

يأخذ النموذج البسيط المستخدم، لكن بدقة كافيته لأجل هذه الدراسة، في الاعتبار اعتمادية

الكفاءة مع درجة الحرارة المعادلة (11) فحسب:

$$(11) \quad \frac{\eta(t)}{\eta^*} = 1 + \gamma(T_c(t) - T_c^*) \quad 15$$

أخيراً، يتميز عاكس الطور بقدرة خرج الأسمية (P_1) وثلاثة معالم تجريبية (k_0 , k_1 and k_2)

مستخدمة لحساب كفاءة قدرته (η_1) كما هي مبينة في Jantsch et al., 1992 من خلال المعادلة

(12):

$$(12) \quad \eta_1(t) = \frac{P_{AC}(t)}{P_{DC}(t)} = \frac{P_{ac}(t)}{P_{ac}(t) + (k_0 + k_1 P_{ac}(t) + k_2 P_{ac}^2(t))}$$

حيث $P_{AC}(t)/P_1 = P_{ac}(t)$ ، قدرة خرج AC لعاكس الطور والمعالم المذكورة k_0 ، k_1 و k_2 التي 20

ينبغي أن توافق إما من منحنى كفاءة القدرة المزود من قبل صانع عاكس الطور أو من قياسات

تجريبية (Munozetal, 2011).

ج) حساب $P_{PV, Min}(t)$ و $P_{PV, Max}(t)$

حالما تصبح هذه المعالم، معروفة، يُعطى $P_{PV, Max}(t)$ بالمعادلة (13):

$$(13) \quad P_{PV, Max}(t) = P_{AC}(t) = P^* \frac{G_c(t)}{G^*} (1 + \gamma(T(t)_C - T_C^*)) \eta_I(t)$$

5 ويطابق $P_{PV, Min}(t)$ القدرة تحت ظروف تغيم أقصى. تتمثل طريقة تقريبية لتحديد اليوم الغائم لكنها مناسبة جداً لأجل التحكم باعتباره 10% من يوم صاف، والذي يوافق الإشعاع الانتشاري الأدنى المرصود. بهذه الطريقة/يعطى $P_{PV, Min}(t)$ بالمعادلة (14):

$$(14) \quad P_{PV, Min}(t) = 0.1 P_{PV, Max}(t)$$

يلاحظ أنه يمكن استخدام أنواع فقد أخرى، مثل أنواع فقد أخرى، مثل فقد محول وتمديدات سلكية لتحسين دقة حساب $P_{PV, Max}(t)$ و $P_{PV, Min}(t)$. على سبيل المثال، يُظهر هذه الحدود وقدرة PV الحقيقية، $P_{PV}(t)$ ، ليوم 21 نوفمبر 2012. 10

لاحظ انه ثمة نقط حيث $P_{PV}(t)$ تتجاوز حدود $P_{PV, Max}(t)$ المنمذجة. هذا لأنه في يوم بسحب متفرقة، قد يكون ثمة بعض انعكاسات بين الإشعاع الذي يصل سطح الأرض والغيوم التي تسبب أو تجعل هذه القيم أعلى قليلاً من المعتاد. في أي حال، هذه حالات فردية لا تؤثر على الأداء السليم للتطبيق. من ناحية أخرى، يمكن أن يرى أن $P_{PV, Max}(t)$ عند بداية ونهاية اليوم لا تظهر منحني جرسياً مثالياً كما كان متوقعاً. هذا لأننا نأخذ في الاعتبار فقد الظل للوحدة الكهروضوئية للحصول على نتيجة أكثر دقة، رغم أن هذا غير ضروري. 15

د) حساب مرجعي لحالة شحن (SOC)

أخذين بعين الاعتبار أن كلاً من حدود القدرة العظمى والدنيا معروفة جيداً، يفهم استخدام تحكم SOC الذي يدخل هذين الحدين في الاعتبار. من الممكن ضبط مرجع SOC لنظام التخزين اعتماداً على طبيعة اليوم المعني. بكلمات أخرى، من الممكن ضبط SOC لنظام التخزين قرب 100% في يوم صاف ومع الوحدة الكهروضوئية في حالة تشغيل تام، مفترضين حقيقة أن الحدث الوحيد الذي يمكن أن يحدث هو تراوح هابط، يخفف بتزويد طاقة من البطارية. بينما، في يوم غائم مع الوحدة الكهروضوئية تعمل تحت أشعاع انتشاري مع قدرة منخفضة تكون البطارية عند حالة شحن منخفضة لامتناس التراوح الصاعد المحتمل فقط الذي يمكن أن يحدث. تتضمن أي حالة وسيطة أخرى للإنتاج مرجع SOC الذي يكون متغيراً على شكل دالة لظروف الطقس الفعلية. لتقييم هذه الاستراتيجية، نعمل مع $k=6$. 20 25

يظهر الشكل 4 السعة اللازمة في وقت قريب من منتصف النهار يوم 21 نوفمبر 2012، لامتنصاص سليم لكل من أي جهد صاعد وتراوجات هابطة. لاحظ أن، من ناحية، السعة المتوفرة اللازمة لتفريغ في حالة التراوج الهابط الأقصى المحتمل ($C_{BAT,d}$) هي الطاقة المخرونة التي يلزم حقنها في الشبكة لتخفيف التراوج. من ناحية أخرى، السعة اللازمة لشحن في حالة التراوج الصاعد الأقصى ($C_{BAT,c}$) هي الطاقة اللازم خزنها في نظام تخزين الطاقة لامتنصاص من هذا التراوج. 5

تحدد متطلبات ($C_{BAT,d}$) و ($C_{BAT,c}$) طبقاً للمعادلة (10) (Ruifeng and saha, 2010).

$$(5) \quad C_{BAT} = \frac{0.9P^*}{3600} \left[\frac{90}{2 \cdot r_{MAX}} - \tau \right]$$

ومعبر عنها في المعادلة (15) و (16):

$$(15) \quad C_{BAT,d}(t) = \frac{0.9(P_{PV(t)} - P_{Min(t)})}{3600} \left[\frac{90}{2 \cdot r_{MAX}} - \tau \right]$$

$$(16) \quad C_{BAT,c}(t) = \frac{0.9(P_{Max(t)} - P_{PV(t)})}{3600} \left[\frac{90}{2 \cdot r_{MAX}} - \tau \right] \quad 10$$

يجدر ملاحظة انه عندما تعمل الوحدة في أي وقت قرب منتصف النهار، عندما تكون $P_{PV,Max(t)} = P_N$ ، يكون مجموع $C_{BM,d} + C_{BAT,c} = C_{BAT}$. يعني هذا أنه ثمة نقطة واحدة لـ SOC تتوافق مع تحديد التدرج المقترح. مع ذلك، في أي وقت آخر من اليوم، يكون المجموع $C_{BAT,c} + C_{BM,d} > C_{BAT}$ ، مما يعني أنه ليس ثمة نقطة مفردة توافق تحديد التدرج ولكن منطقة بأكملها. إن كانت SOC ضمن هذه المنطقة، لا يلزم أي تعديل، حقيقة تجعل من الممكن تخفيض التغير الدوري للبطارية إن لزم ذلك. يترجم هذا إلى منطق التحكم التالي (المعادلة 17): 15

$$(17) \quad \begin{aligned} & \text{if } E_{BAT}(t) < C_{BAT,d}(t) \\ & \quad E_{BAT,ref}(t) = C_{BAT,d}(t) \\ & \text{elseif } C_{BAT} - E_{BAT}(t) < C_{BAT,c}(t) \\ & \quad E_{BAT,ref}(t) = C_{BAT,c}(t) \\ & \text{else} \\ & \quad E_{BAT,ref}(t) = E_{BAT,ref}(t-1) \\ & \text{end} \end{aligned}$$

كمثال، يُظهر الشكل 5 تطور تحكم SOC المقترح خلال التراوحات يوم 21 نوفمبر، 2012. رغم التراوحات المسجلة خلال اليوم، أدت الإستراتيجية عملها بنجاح. كانت SOC للبطارية تعدل بشكل مستمر لتتوافق مع كل من تحديد معدل التدرج المستخدم وأي تراوحات محتملة يمكن أن تحدث. فضلاً عن ذلك، كما ذكر أعلاه، عند بداية ونهاية اليوم عندما كانت قيم $E_{BAR}(t)$ تتوافق مع تحديد معدل التدرج، بحيث تبقى SOC ثابتة طبقاً للمعادلة (17). تكون البطارية الفعالة النظرية الدنيا اللازمة $C_{BAR} = 12279$ كيلوواط. في هذا اليوم بالتحديد، $SOC_{MAX} = 88\%$ و $SOD_{MIN} = 84\%$ ، وهكذا، تكون السعة الفعالة المستخدمة في هذا اليوم $C_{BAT,used} = E_{BAT,MIN} - E_{BAT,MAX} = 8276$ كيلوواط ساعة. ثانياً، تتيح هذه الإستراتيجية تصنيف C_{BAT} في الطريقة المبينة في النشرة العلمية "Storage requirements for PV power ramp-rate control. Sol. Energy 99, 28–35 from the authors Marcos, J., Storkël, O., Marroyo, L., Garcia, M., Lorenzo, E., 2014" لحالة التقنية. 5 10

فضلاً عن ذلك، يظهر الشكل 6 تطور SOC خلال يوم صاف (2012/8/26) ويوم غائم (2012/11/23). كما كان متوقعاً، خلال اليوم الصافي عندما كانت $P_{PV}(t)$ قريبة من حدود $P_{PV,max}(t)$ ، حالما يمكن لمستوى SOC للبطارية من تزويد طاقة كافية لتخفيف التراوح الهابط المحتمل الوحيد، فإنه يبقى ثابتاً. من ناحية أخرى، في يوم غائم، عندما يكون مستوى SOC للبطارية منخفضاً بشكل مناسب لامتناس الطاقة اللازمة لتخفيف التراوح الصاعد المحتمل الوحيد، فإنه يبقى ثابتاً أيضاً. من الواضح أنه كلما قل استخدام البطارية كلما كان الفقد أقل وكان تخفيض التغير الدوري للبطارية أقل. 15

عناصر الحماية

- 1 -1 طريقة للتحكم (أو ضبط) بمعدلات تدرج قدرة تخفض متطلبات تخزين طاقة في وحدات توليد قدرة منقطع للتوافق مع قيمة معدل تدرج عظمى مسموح بها إلى القدرة المغذاة في الشبكة، $P_G(t)$ ، المفترضة بنظام كود شبكي، بوحدة توليد القدرة المنقطع التي تتميز في أن الطريقة تشمل:
- مرحلة لحساب قدرة الوحدة العظمى، $P_{max}(t)$ ، والصغرى $P_{min}(t)$ للقدرة اللحظية المتولدة بوحدة توليد القدرة المنقطع $P(t)$ ؛ يكون قدرة الوحدة العظمى، $P_{Max}(t)$ ، وقدرة الوحدة الصغرى، $P_{Min}(t)$ ، تمثل كلاً من القدرة العظمى والصغرى على التوالي التي يمكن أن تحدث في الوحدة الكهروضوئية عند الزمن t ؛
 - مرحلة لتحديد التراوح الأسوأ المحتمل الذي يمكن أن يحدث في القدرة اللحظية المتولدة بوحدة توليد القدرة المنقطع $P(t)$ ، حيث التراوح الأسوأ المحتمل يكون واحداً من التراوحين التاليين: تراوح موجب محسوب بين القدرة اللحظية $P(t)$ وقدرة الوحدة العظمى $P_{Max}(t)$ وتراوح سالب محسوب بين القدرة اللحظية $P(t)$ وقدرة الوحدة الدنيا $P_{Min}(t)$ ؛
 - مرحلة لحساب الحالة المستهدفة دينامياً لشحن $SOC_{tar}(t)$ ، لنظام تخزين طاقة لازمة لدعم التراوح الأسوأ المحتمل؛ و
 - مرحلة تحكم حيث حالة الشحن $SOC(t)$ لنظام تخزين الطاقة المرافق للفرق بين القدرة المغذاة في الشبكة، $P_G(t)$ والقدرة اللحظية المتولدة بوحدة توليد القدرة المنقطع $P(t)$ ، تُعدل طبقاً لحالة الهدف للشحن، $SOC_{tar}(t)$ ، إن كانت القيمة السابقة لحالة الهدف للشحن $SOC_{tar}(t-1)$ ، غير قادرة على دعم التراوح الأسوأ المحتمل أو غير معدلة إن كانت القيمة السابقة لحالة الهدف للشحن $SOC_{tar}(t-1)$ ، قادرة على دعم التراوح الأسوأ المحتمل.
- 2 -2 طريقة لضبط معدلات تدرج قدرة تخفض متطلبات تخزين طاقة في وحدات توليد قدرة منقطع وفقاً لعنصر الحماية 1 تتميز في أن قدرة الوحدة العظمى $P_{Max}(t)$ و/أو وقدرة الوحدة الدنيا $P_{Min}(t)$ ، يتم حسابهما من خلال قيم محددة لإشعاع، $G(t)$ ، ودرجات حرارة خلايا مقاسة (T_C) ، حيث وحدة توليد القدرة المنقطع تكون وحدة كهروضوئية.

3- طريقة لضبط معدلات تدرج قدرة تخفض متطلبات تخزين طاقة في وحدات توليد قدرة متقطع 1
 وفقاً لعنصر الحماية 1 تتميز في أن قدرة الوحدة العظمى $P_{Max}(t)$ ، و/أو وقدرة الوحدة 2
 الصغرى $P_{Min}(t)$ ، تحسبان من خلال قيم محددة لمتغيرات أرصادية، مثل سرعة ربح $V_w(t)$ ، 3
 ودرجة حرارة $T(t)$ ، حيث وحدة توليد القدرة المتقطع تكون عنفة هوائية أو مزرعة ربح. 4
 5

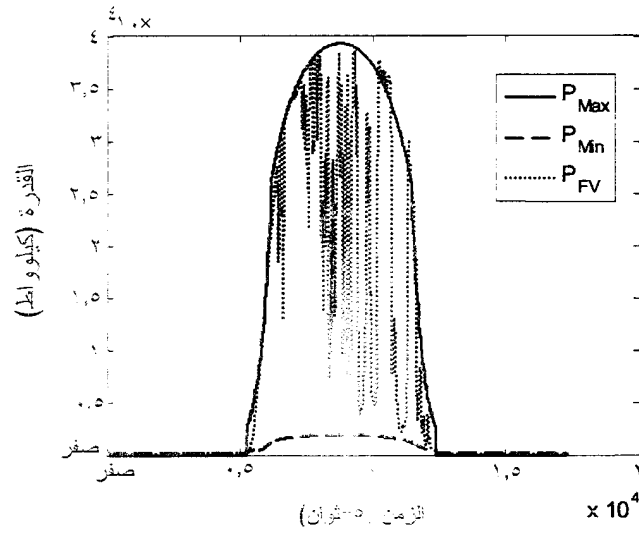
4- طريقة لضبط معدلات تدرج قدرة تخفض متطلبات تخزين طاقة في وحدات توليد قدرة متقطع 1
 وفقاً لعنصر الحماية 3 تتميز في أن قدرة الوحدة العظمى، $P_{Max}(t)$ تكون القدرة المقدره 2
 للعنفة الهوائية أو مزرعة الربح و $P_{Min}(t)$ تكون قيمة أخرى مختلفة عن القدرة المقدره. 3
 4

5- طريقة لضبط معدلات تدرج قدرة تخفض متطلبات تخزين طاقة في وحدات توليد قدرة متقطع 1
 وفقاً لأي من عناصر الحماية السابقة تتميز في أنه في المرحلة لحساب قدرة الوحدة 2
 العظمى، $P_{Max}(t)$ ، وقدرة الوحدة الدنيا $P_{Min}(t)$ للقدرة اللحظية المتولدة بوحدة توليد القدرة 3
 المتقطع، $P(t)$ ، يفرض الطرف التالي: 4
 $P_{Min}(t) = AxP_{Max}(t)$ حيث A تكون مشمولة في الفترة (صفر، 1-صفر، 3). 5

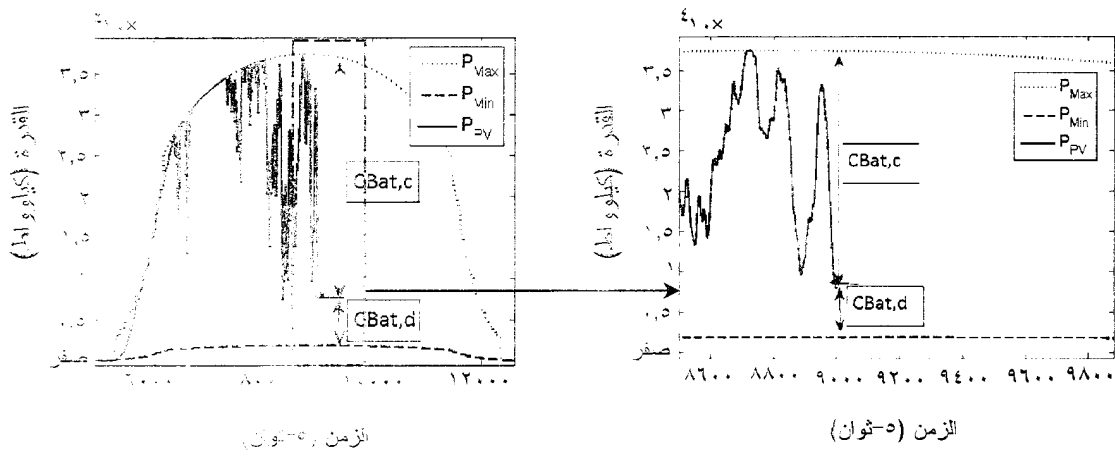
6- طريقة لضبط معدلات تدرج قدرة تخفض متطلبات تخزين طاقة في وحدات توليد قدرة متقطع 1
 وفقاً لأي من عناصر الحماية السابقة تتميز في أن المرحلة لحساب قدرة الوحدة العظمى، 2
 $P_{Max}(t)$ ، والدنيا $P_{Min}(t)$ للقدرة اللحظية المتولدة بوحدة توليد القدرة المتقطع، $P(t)$ ، تنفذ لكل 3
 واحدة من مجموعة وحدات لحساب القدرة العظمى والقدرة الدنيا لمجموعة الوحدات. 4
 5

7- طريقة لضبط معدلات تدرج قدرة تخفض متطلبات تخزين طاقة في وحدات توليد قدرة متقطع 1
 وفقاً لأي من عناصر الحماية السابقة تتميز في أنها تشمل أيضاً مرحلة تثبيت المكون 2
 الدينامي للتدرج المحدد على شكل منحنى تغير به القدرة في الوحدة الصناعية في كل 3
 مرحلة تحكم طبقاً لحالة شحن $SOC(t)$ لنظام تخزين الطاقة. 4

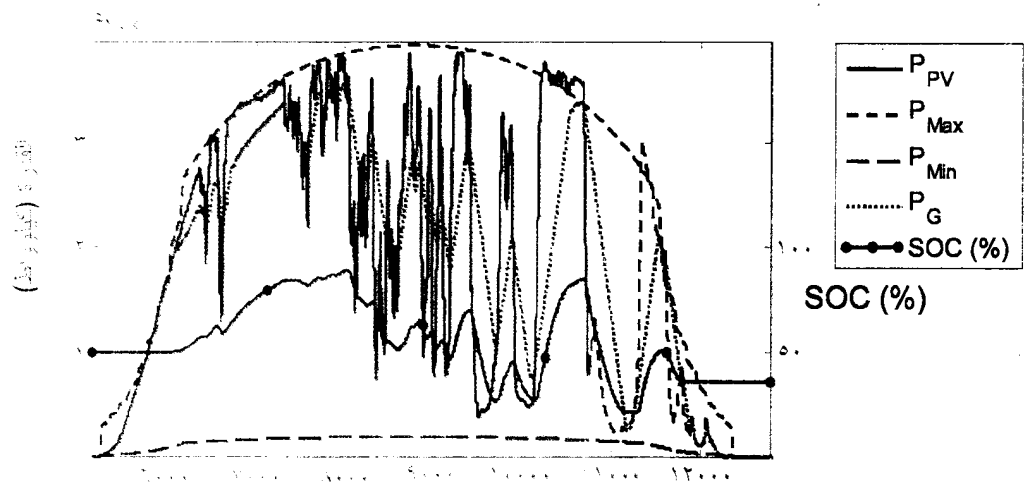
- 8- طريقة لضبط معدلات تدرج قدرة تخفض متطلبات تخزين طاقة في وحدات توليد قدرة متقطع 1
وفقاً لعنصر الحماية 7 تتميز في أن مرحلة تثبيت المكون الدينامي للتدرج تُحدد على شكل 2
منحنى تغير به القدرة في الوحدة الصناعية في كل مرحلة تحكم، تنفذ طبقاً لحالة شحن 3
SOC (t) لنظام تخزين الطاقة لكل واحدة من مجموعة وحدات صناعية. 4
- 9- طريقة لضبط معدلات تدرج قدرة تخفض متطلبات تخزين طاقة في وحدات توليد قدرة متقطع 1
وفقاً لعنصر الحماية 8 تتميز في أن مجموعة الوحدات الصناعية تكون مرزعة ربح. 2
3
- 10- طريقة لضبط معدلات تدرج قدرة تخفض متطلبات تخزين طاقة في وحدات توليد قدرة 1
متقطع وفقاً لعنصر الحماية 8 تتميز في أن مجموعة الوحدات الصناعية تكون وحدة 2
كهروضوئية. 3



الشكل ٣

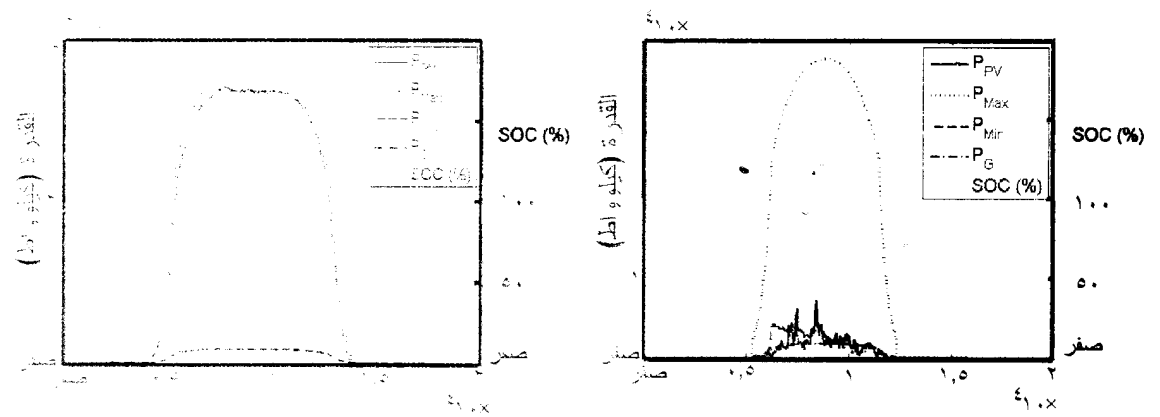


الشكل ٤



الزمن (ساعات)

الشكل ٥



الزمن (ساعات)

الزمن (ساعات)

الشكل ٦

ROYAUME DU MAROC

OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE
INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE



المملكة المغربية

المكتب المغربي
للملكية الصناعية والتجارية

**RAPPORT DE RECHERCHE
AVEC OPINION SUR LA BREVETABILITE**
(Conformément aux articles 43 et 43.2 de la loi 17-97 relative à la
protection de la propriété industrielle telle que modifiée et
complétée par la loi 23-13)

Renseignements relatifs à la demande	
N° de la demande : 38615	Date de dépôt : 24/11/2015 Date de priorité: 25/11/2014
Déposant : ACCIONA ENERGIA, S.A	
Intitulé de l'invention : METHODE POUR LE CONTROLE DE RAMPE DE PUISSANCE-TAUX EN MINIMISANT LES BESOINS DE STOCKAGE D'ENERGIE DANS LES USINES INTERMITTENTS DE PRODUCTION D'ELECTRICITE	
Le présent document est le rapport de recherche avec opinion sur la brevetabilité établi par l'OMPIC conformément aux articles 43 et 43.2, et notifié au déposant conformément à l'article 43.1 de la loi 17-97 relative à la protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.	
Les documents brevets cités dans le rapport de recherche sont téléchargeables à partir du site http://worldwide.espacenet.com , et les documents non brevets sont joints au présent document, s'il y en a lieu.	
Le présent rapport contient des indications relatives aux éléments suivants :	
Partie 1 : Considérations générales	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 1 : Base du présent rapport <input type="checkbox"/> Cadre 2 : Priorité <input type="checkbox"/> Cadre 3 : Titre et/ou Abrégé tel qu'ils sont définitivement arrêtés	
Partie 2 : Rapport de recherche	
Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité	
<input type="checkbox"/> Cadre 4 : Remarques de clarté <input checked="" type="checkbox"/> Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle <input type="checkbox"/> Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications dont aucune recherche significative n'a pu être effectuée <input type="checkbox"/> Cadre 7 : Défaut d'unité d'invention	
Examineur: M. EL KINANI	Date d'établissement du rapport : 17/06/2016
Téléphone: 212 5 22 58 64 14/00	

Partie 1 : Considérations générales

Cadre 1 : base du présent rapport

Les pièces suivantes de la demande servent de base à l'établissement du présent rapport :

- Description
15 Pages
- Revendications
10
- Planches de dessin
3 Pages

Partie 2 : Rapport de recherche

Classement de l'objet de la demande :

CIB : H02J3/38, H02J3/32, H02J3/24

Bases de données électroniques consultées au cours de la recherche :

EPOQUE, Orbit

Catégorie*	Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	N° des revendications visées
A	US2014/184136 ; TURE EVAN [US] ; 03/07/2014 Tout le document	1-10
A	WO2013/188517 ; S & C ELECTRIC CO [US] ; 19/12/2013 Tout le document	1-10

***Catégories spéciales de documents cités :**

-« X » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
 -« Y » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
 -« A » document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
 -« P » documents intercalaires ; Les documents dont la date de publication est située entre la date de dépôt de la demande examinée et la date de priorité revendiquée ou la priorité la plus ancienne s'il y en a plusieurs
 -« E » Éventuelles demandes de brevet interférentes. Tout document de brevet ayant une date de dépôt ou de priorité antérieure à la date de dépôt de la demande faisant l'objet de la recherche (et non à la date de priorité), mais publié postérieurement à cette date et dont le contenu constituerait un état de la technique pertinent pour la nouveauté

Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité

Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle

Nouveauté (N)	Revendications 1-10 Revendications aucune	Oui Non
Activité inventive (AI)	Revendications 1-10 Revendications aucune	Oui Non
Possibilité d'application Industrielle (PAI)	Revendications 1-10 Revendications aucune	Oui Non

Il est fait référence aux documents suivants. Les numéros d'ordre qui leur sont attribués ci-après seront utilisés dans toute la suite de la procédure

D1 : US2014/184136

D2 : WO2013/188517

1. Nouveauté (N) :

Aucun document de l'état de la technique mentionné ne divulgue une méthode pour le contrôle de taux de rampe de puissance ([0006]) minimisant les besoins de stockage d'énergie ([0012]) dans les centrales intermittentes de production d'électricité pour se conformer à une valeur maximale admissible du taux de rampe de la puissance qui alimente le réseau PG (t), donnée par un code de régulation du réseau, par l'usine de production intermittente de l'énergie, ladite méthode comprend:

- Une étape de calcul de la puissance maximale de l'installation $P_{max}(t)$ et de la puissance de l'installation minimale, $P_{min}(t)$ de la puissance instantanée produite par la centrale de production d'énergie intermittente $P(t)$;
- Une étape de détermination de la pire des fluctuations possibles qui peuvent se produire dans la puissance instantanée produite par l'installation intermittente de génération d'énergie $P(t)$, dans laquelle la «pire fluctuation possible» est l'une des deux fluctuations suivantes: une fluctuation positive étant calculée entre la puissance instantanée $P(t)$ et la puissance de l'installation maximale $P_{max}(t)$ et une variation négative étant calculées entre la puissance instantanée $P(t)$ et de la puissance de l'installation minimale $P_{min}(t)$

D'où l'objet de la revendication 1 est considéré comme nouveau au sens de l'article 26 de la loi 17-97 modifiée et complétée par la loi 23-13, par conséquent, les revendications dépendantes 2-10 le sont également.

2. Activité inventive (AI) :

Le document D1 considéré comme l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication 1 divulgue une méthode pour le contrôle de taux de rampe de puissance ([0006]) minimisant les besoins de stockage d'énergie ([0012]) dans les centrales intermittentes de production d'électricité pour se conformer à une valeur maximale admissible du taux de rampe de la puissance qui alimente le réseau PG (t), donnée par un code de régulation du réseau, par l'usine de production intermittente de l'énergie.

L'objet de la revendication 1 diffère de cette méthode connue en ce que la pire fluctuation possible qui peut se produire est calculée à partir de $P_{max}(t)$, $P_{min}(t)$ et $P(t)$, et est utilisée pour la modification de l'état de charge de référence $SO_{tar}(t)$.

L'effet technique de cette différence est de minimiser le risque de dépassement du taux de rampe limite sans avoir à augmenter la capacité de stockage requise.

Le problème technique objectif que la présente demande tente de résoudre peut être considéré comme améliorer la méthode de contrôle de taux de rampe de puissance décrite dans l'état de la technique.

La solution apportée par la présente demande n'est ni décrite, ni rendue évidente par l'état de la technique disponible.

D'où l'objet de la revendication 1 peut être considéré comme impliquant une activité inventive au sens de l'article 28 de la loi 17-97 modifiée et complétée par la loi 23-13.

Les revendications 2-10 dépendent de l'objet de la revendication 1 qui est considérée comme nouvelle et inventive, et sont alors aussi considérées comme impliquant une activité inventive.

3. Possibilité d'application industrielle (PAI) :

L'objet de la présente invention est susceptible d'application industrielle au sens de l'article 29 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, parce qu'il présente une utilité déterminée, probante et crédible.