IMPLEMENT AND DEVELOP A SMALL DC MICROGRID FOR AN ISOLATED SITE

Mr. HARTANI Mohamed Amine

ABSTRACT

The impact of climate change on the environment is currently the most dangerous issue, especially in light of the consequences of the Covid-19 epidemic on the world's weather and living conditions. The main causes of climate change are industrial waste and emissions of fossil fuel resources during power generation processes.

African countries, like the developed countries of the world, are still struggling to achieve and maintain energy self-sufficiency in the face of an ever-growing population. Similarly, Algeria is working to promote the use of renewable energy to support the main electricity generation network by adopting eco-friendly energy, particularly since the epidemic situation has stabilized, allowing markets and activities to recover.

The population of Algeria's vast south (Bechar-Adrar) may benefit from an energy infrastructure that would power their agricultural investments, irrigation, and livestock activities, as well as provide electricity to the region's residents, in light of this circumstance. Military barracks, distributed housing complexes, communication posts, ships, and data centers are just a few of the customers who could benefit from these systems.

Microgrids (MGs) are innovative power production facilities that use renewable energy resources (RERs), energy storage systems (ESSs), and standby generators to deliver competitive electrical services. Because of their high solar potential, MG systems are among the energy systems under consideration in this thesis for implementation in the investigated areas. Clusters of DC-Microgrids (DC-mMGs) are also made up of interconnected MGs that share a common or multiple DC BUS and are controlled by centralized, decentralized, or distributed control mechanisms.

MGs must be supported with ESSs consisting of Lead Acid (LA), Lithium-ion (Li-ion), and supercapacitor (SC) banks, as well as standby diesel generators for critical operating scenarios, due to the discontinuous and non-dispersible outputs of photovoltaic (PV) cells. Distributed generators (DGs) are controlled by a central controller (CC) or decentralized local controllers (LC), depending on DERs' configuration and coupling topology.

With Perturb and Observe (P&O) and Incremental Conductance (INC) technologies, Maximum Power Point Tracking (MPPT) was used in a photovoltaic control framework to track the maximum possible power based on ambient meteorological conditions. Otherwise, Flexible Power Point Tracking (FPPT) or Limited Power Generation (LPG) are used to limit PV power while taking load demand setpoints into account. The effects of adjustable Buck, Boost, and Buck-Boost converters on the photovoltaic operation and tracking of its maximum power were also investigated and assessed.

By controlling the charge/discharge currents between the DC-BUS bar and ESS banks, Bi-Directional Converters (BDCs) are connected to prevent power shortage scenarios resulting from unexpected, uncontrollable, and non-dispatchable PV outputs, as well as fuel limitations of diesel generators. Here, closed regulating systems using single and double loops (cascading loops) have been used to deal with the power imbalance between PV and load demand, to ensure the rapid recovering of the bus voltage after each deflection due to disturbing powers in the bus bar.

To provide precise control and smooth transitions between power balancing states, specific controllers such as Linear Integral Proportional (PI), Artificial Neural Networks (ANN), and Super Torsion-based Non-Linear Slide Mode Control System (ST-SMC) are used.

By combining different types of DERs and multiple controllers in control structures, energy management strategies (EMSs) regulate and control power generation versus energy consumption. To calculate setpoint currents or control DC-DC, DC-AC, and AC-DC computers from the system's DERs, EMSs are built using simplified MATLAB algorithms, state flow, and an FLC fuzzy logic controller in this thesis.

Standard modeling and design tools such as MATLAB, ETAP, ISIS-PROTEUS, as well as other systems for calculating PV and ESS capacities (Pvsys - HOMER PRO), Converters components stage designer, protective device, and wiring cables are used to design and build DC-MG systems and DC-mMGs.

الملخص

يعد تأثير تغير المناخ على البيئة حاليًا من أخطر القضايا ، خاصة في ضوء تداعيات وباء Covid-19 على الطقس والظروف المعيشية في العالم. الأسباب الرئيسية لتغير المناخ هي النفايات الصناعية وانبعاثات موارد الوقود الأحفوري أثناء عمليات توليد الطاقة.

لا تزال البلدان الأفريقية ، مثل البلدان المتقدمة في العالم ، تكافح من أجل تحقيق الاكتفاء الذاتي من الطاقة والحفاظ عليه في مواجهة النمو السكاني المستمر. وبالمثل ، تعمل الجزائر على تعزيز استخدام الطاقة المتجددة لدعم شبكة توليد الكهرباء الرئيسية من خلال اعتماد طاقة صديقة للبيئة ، لا سيما بعد أن استقرت حالة الوباء ، مما سمح للأسواق والأنشطة بالتعافي.

قد يستفيد سكان الجنوب الجزائري الشاسع (بشار- أدرار) من البنية التحتية للطاقة التي ستدعم استثماراتهم الزراعية والري وأنشطة الثروة الحيوانية ، فضلاً عن توفير الكهرباء لسكان المنطقة ، في ظل هذه الظروف. الثكنات العسكرية والمجمعات السكنية الموزعة ومراكز الاتصالات والسفن ومراكز البيانات ليست سوى عدد قليل من العملاء الذين يمكنهم الاستفادة من هذه الأنظمة.

Microgrids (MGs)هي منشآت إنتاج طاقة مبتكرة تستخدم موارد الطاقة المتجددة (RERs) وأنظمة تخزين الطاقة (ESSs) والمولدات الاحتياطية لتقديم خدمات كهربائية تنافسية. بسبب إمكاناتها الشمسية العالية ، تعد أنظمة MG من بين أنظمة الطاقة قيد الدراسة في هذه الأطروحة للتنفيذ في المناطق التي تم تحديدها. تتكون مجموعات DC-Microgrids (DC-mMGs) أيضًا من MGs المترابطة التي تشترك في اتصال DC مشترك أو متعدد (DC BUS) ويتم التحكم فيها بواسطة آليات تحكم مركزية أو لامركزية أو موزعة.

يجب دعم MGs بـ ESSs التي تتكون من حامض الرصاص (LA) ، وبنوك الليثيوم أيون (Li-ion) ، والمكثف الفائق (SC) ، بالإضافة إلى مولدات الديزل الاحتياطية لسيناريوهات التشغيل الحرجة ، بسبب النواتج المتقطعة وغير القابلة للتشتت من الخلايا الكهروضوئية .(PV) يتم التحكم في المولدات الموزعة (DGs) بواسطة وحدة تحكم مركزية (CC) أو وحدات تحكم محلية لامركزية (LC) ، اعتمادًا على تكوين DERs وطوبولوجيا الاقتران.

باستخدام تقنيات Perturb and Observe (P&O) و incremental conductance (INC) ، تم استخدام الحد الأقصى لتتبع نقطة الطاقة (MPPT)في إطار التحكم الكهروضوئي لتتبع أقصى طاقة ممكنة بناءً على ظروف الأرصاد الجوية المحيطة. بخلاف ذلك ، يتم استخدام التتبع المرن لنقطة الطاقة (FPPT) أو توليد الطاقة المحدود (LPG) للحد من الطاقة الكهروضوئية مع مراعاة نقاط ضبط طلب الحمل. تم أيضًا فحص وتقييم تأثيرات محولات Buckو Boost و Buck-Boost القابلة للتحكم على تشغيل الخلايا الكهروضوئية وتتبع قوتها القصوى.

من خلال التحكم في تيارات الشحن / التفريغ بين شريط DC-BUS وبنوك ESS ، يتم توصيل المحولات ثنائية الاتجاه (BDCs) لمنع سيناريوهات نقص الطاقة الناتجة عن المخرجات الكهروضوئية غير المتوقعة والتي لا يمكن السيطرة عليها وغير القابلة للفصل ، فضلاً عن قيود الوقود لمولدات الديزل. هنا ، تم استخدام أنظمة التنظيم المغلقة التي تستخدم حلقات مفردة ومزدوجة (حلقات متتالية) للتعامل مع اختلال توازن الطاقة بين الطاقة الكهروضوئية والطلب على الحمل ،و لضمان استرداد جهد الناقل بسرعة بعد كل انحراف بسبب القوى المزعجة في DC BUS.

لتوفير تحكم دقيق وانتقالات سلسة بين حالات موازنة الطاقة ، يتم استخدام وحدات تحكم محددة مثل الخطي المتكامل النسبي (PI) ، والشبكات العصبية الاصطناعية (ANN) ، ونظام التحكم في وضع الانزلاق غير الخطي القائم على الالتواء الفائق.(ST-SMC)

من خلال الجمع بين أنواع مختلفة من DERs ووحدات تحكم متعددة في هياكل التحكم ، تنظم استراتيجيات إدارة الطاقة (EMSs) وتتحكم في توليد الطاقة مقابل استهلاك الطاقة. لحساب تيارات نقطة الضبط أو التحكم في أمحولات الطاقة DC-DC و DC-AC و AC-DC الخاصة ب DERs ، يتم إنشاء EMSباستخدام خوارزميات MATLAB المبسطة وتدفق الحالة ووحدة التحكم المنطقية الضبابية FLC في هذه الأطروحة.

تستخدم أدوات النمذجة والتصميم القياسية مثل MATLAB و ETAP و ISIS-PROTEUS ، بالإضافة إلى أنظمة أخرى لحساب القدرات الكهروضوئية و ESS باستخدام (Pvsys - HOMER PRO), ومكونات محولات الطاقة stage designer , أجهزة الحماية ، والكابلات لتصميم و بناء أنظمة DC-MG و .DC-mMGs