

## PROTOTIPO SMART PROSUMER



Ubicazione: Smart and MicroGrid Lab - SMGLab

Il prototipo è stato sviluppato per l'emulazione in laboratorio di uno smart prosumer capace di interagire con uno o più nodi blockchain della piattaforma BloRin, ed è costituito dai seguenti componenti:

1. **resistenze commutabili:** per la simulazione di carichi passivi variabili a passi;
2. **motore elettrico controllabile:** per la simulazione di carichi attivi;
3. **sistema di produzione di energia:** per la simulazione di produzione da un impianto fotovoltaico;
4. **sistema di stoccaggio:** per simulare lo scambio di energia con la rete;
5. **un sistema di gestione dell'energia:** per il controllo coordinato di tutti i componenti;
6. **sistema di monitoraggio e misurazione intelligente:** per il monitoraggio, la misurazione dei profili di carico e generazione e le comunicazioni con la blockchain;
7. **quadro elettrico e trasformatore di isolamento:** per la protezione contro le scosse elettriche e le sovracorrenti.

Il consumo o la produzione dell'intero sistema e di tutti i suoi componenti è monitorato attraverso contatori di energia. Il sistema di produzione di energia ha invece lo scopo di simulare la presenza di un impianto a fonte rinnovabile, in questo caso fotovoltaico, che scambia energia con il sistema di accumulo e con i carichi, rappresentati a loro volta dalle resistenze commutabili (carichi passivi) e dal motore elettrico

(carico attivo). La corretta gestione dell'inverter, storage e carichi permette di ottenere i profili di carico o generazione tipici di un prosumer facente parte di una microgrid. Tali profili sono poi registrati dai contatori i quali attraverso interfaccia Modbus RS485 comunicano con gli SNOCU, dei dispositivi proprietari indipendenti prodotti da Regalgrid®. Lo SNOCU rappresenta il componente principale che rende "smart" il prototipo, consentendo il controllo del sistema di accumulo e interfacciando i contatori alla blockchain. Tale dispositivo è equipaggiato con un processore ARM e 1 GB di memoria (tipo Raspberry PI3) e consente la lettura dei dati di consumo o generazione misurati dai contatori attraverso una piattaforma messa a disposizione da Regalgrid® e successivamente l'invio di tali dati alla piattaforma blockchain. In questo modo è possibile realizzare l'interazione tra prosumer e blockchain, registrare dati di carico/generazione o attuare logiche di controllo dei consumi e della generazione in base ai modelli di business energetici implementati attraverso la blockchain, come ad esempio Demand-Response (DR) e Vehicle-to-Grid (V2G).

In entrambi i casi, gli obiettivi tecnici richiesti dall'operatore di rete sono la stabilizzazione e il bilanciamento della rete. I due modelli di business sono implementati dalla blockchain attraverso Smart Contracts (SC), definiti come la "traduzione" in un codice di un contratto tra le parti capace di verificare automaticamente condizioni specifiche. Gli SCs sono condivisi dagli utenti della blockchain e vengono solitamente eseguiti per implementare la logica delle transazioni e verificarne la validità, o per eseguire automaticamente le transazioni se vengono soddisfatte determinate condizioni.

Nel caso di DR, ad esempio, lo SC deve consentire di:

- leggere i dati dalla Blockchain;
- calcolare la baseline tipica di ogni prosumer;
- pubblicare un evento DR;
- registrare e certificare i consumi/generazione durante gli eventi DR;
- calcolare la remunerazione dei prosumer che hanno risposto alla richiesta.

Lo SC che implementa il programma DR mira quindi a modulare i carichi per limitare il picco di potenza in certe ore del giorno. Pertanto, il gestore di rete, avendo a disposizione una previsione di carico, per ogni cabina secondaria effettua la pianificazione desiderata di modulazione del carico/accumulo e invia la richiesta alla blockchain diretta ai carichi/accumuli a valle della cabina interessata. Gli utenti leggono la richiesta e agiscono di conseguenza. Allo stesso modo, per il V2G, l'operatore di rete invia la richiesta sulla blockchain e le stazioni di ricarica V2G della zona acquisiscono la richiesta ed eseguono la modulazione richiesta per bilanciare il flusso di energia a monte.

Il prototipo di smart prosumer sviluppato consente quindi di testare sia l'efficacia degli SCs che del sistema di controllo dei consumi e/o produzione.

Location: Smart and MicroGrid Lab - SMGLab

The prototype was developed for laboratory emulation of a smart prosumer capable of interacting with one or more blockchain nodes of the BloRin platform, and consists of the following components:

1. **switchable resistors:** for simulating step-variable passive loads;
2. **controllable electric motor:** for the simulation of active loads;
3. **energy production system:** for the simulation of production from a photovoltaic system;
4. **storage system: to simulate** the exchange of energy with the network;
5. **energy management system:** for the coordinated control of all components;
6. **intelligent monitoring and metering system:** for monitoring, measuring load and generation profiles, and communications with the blockchain;
7. **electrical panel and isolation transformer:** for protection against electrical shock and overcurrents.

The consumption or production of the entire system and all its components is monitored through energy meters. The energy production system, on the other hand, aims to simulate the presence of a renewable source plant, in this case photovoltaic, which exchanges energy with the storage system and with the loads, represented in turn by the switchable resistors (passive loads) and the electric motor (active load). The correct management of the inverter, storage and loads allows to obtain the load or generation profiles typical of a prosumer belonging to a microgrid. These profiles are then recorded by the meters that through Modbus RS485 interface communicate with the SNOCU, independent proprietary devices produced by Regalgrid®. The SNOCU is the main component that makes the prototype "smart", allowing the control of the storage system and interfacing the meters to the blockchain. This device is equipped with an ARM processor and 1 GB of memory (Raspberry PI3 type) and allows the reading of consumption or generation data measured by the meters through a platform made available by Regalgrid® and then the sending of such data to the blockchain platform. In this way, it is possible to realize the interaction between prosumer and blockchain, record load/generation data or implement consumption and generation control logics based on energy business models implemented through the blockchain, such as Demand-Response (DR) and Vehicle-to-Grid (V2G).

In both cases, the technical objectives required by the grid operator are grid stabilization and balancing. The two business models are implemented by the blockchain through Smart Contracts (SCs), defined as the "translation" into a code of a contract between parties capable of automatically verifying specific conditions. SCs are shared by users of the blockchain and are usually executed to implement transaction logic and verify its validity, or to automatically execute transactions if certain conditions are met.

In the case of DR, for example, the SC must allow you to:

- read data from the Blockchain;
- calculate the typical baseline of each prosumer;
- publish a DR event;
- record and certify consumption/generation during DR events;
- calculate the remuneration of the prosumers that have responded to the request.

The SC implementing the DR program therefore aims to modulate loads to limit peak power at certain times of the day. Therefore, the grid operator, having a load forecast available, for each secondary cabin makes the desired load/accumulation modulation schedule and sends the request to the blockchain directed to the loads/accumulations downstream of the affected cabin. Users read the request and act accordingly. Similarly, for V2G, the grid operator sends the request on the blockchain and the V2G charging stations in the area capture the request and perform the required modulation to balance the upstream energy flow.

The developed smart prosumer prototype thus allows testing of both the effectiveness of SCs and the consumption and/or production control system.