

Study Committee C6
ACTIVE DISTRIBUTION SYSTEMS AND
DISTRIBUTED ENERGY RESOURCES
11083_2022

V2G TECHNOLOGY AND ITS IMPACT ON THE DAILY LOAD
DIAGRAM: CASE SE0062 - HUANCAYO – PERU

1st Leonidas, Sayas Poma
Lima, Perú

Medina Catay Fidel Malk
Huancayo, Perú

Motivación

- Con la creciente participación de los vehículos eléctricos como tendencia ineludible en la industria del automóvil gracias a sus ventajas a la hora de solucionar los problemas de contaminación ambiental y eficiencia energética
- Las baterías de vehículos eléctricos de alto rendimiento podrían proporcionar la energía eléctrica almacenada del vehículo eléctrico a la red eléctrica

Método/Enfoque

- Entendiendo la dinámica del comportamiento de la tecnología V2G, se debe proponer un modelo matemático basado en el despacho económico.
- La función objetivo representa el costo mínimo que debe encontrar el modelo en la operación del sistema. Para ello tiene que asignar la carga en aquellos momentos donde la demanda es baja y gestionar la descarga donde la demanda es alta. Además, se debe asegurar que en el caso de que la energía no suministrada sea nula o en el peor de los casos mínima, para ellos se ha de penalizar por cada unidad de energía no suministrada.
- Las restricciones son los límites máximos y mínimos de la potencia que pueden entregar los generadores, cambio en la rampa de subida y bajada, comportamiento del sistema de almacenamiento eléctrico del vehículo en su conjunto.

Objetivo de la investigación

- Analizar el impacto de la gestión dinámica de carga y descarga del almacenamiento de EV contra el diagrama de carga del sistema eléctrico de Huancayo en el que se considera la participación de las cantidades de EV.

Configuración experimental y resultados de las pruebas

- Se han realizado seis simulaciones considerando 5000, 10000, 15000, 2000, 25000 y 30000 vehículos eléctricos, se debe tener en cuenta que el costo de la energía no suministrada para el sistema peruano asciende a 6000 USD/MWh.
- El principal beneficio de la tecnología V2G es trasladar la energía producida en horas valle (más baratas) a horas de alta demanda donde el coste de la energía es mucho mayor.
- Los beneficios económicos del sistema SE0062 (Huancayo) luego de las simulaciones de optimización son muy favorables.

Discusión

- De la energía, el costo de la transferencia de energía y la postergación de redes gracias a las baterías eléctricas reduce las tarifas eléctricas para los usuarios, esta reducción en las tarifas eléctricas está muy relacionada con la cantidad de energía que la tecnología V2G puede, para el presente estudio se ha calculado que esta la reducción es entre 5% y 25%, siendo que el costo mensual de energía eléctrica para un usuario que consume 100 MWh es de 62 USD, implementando la tecnología V2G el costo de dicho usuario se reduce a 52.8 USD.

Conclusión

- La demanda máxima ha pasado de 33,33 MW a 22,46 MW, lo que supone una reducción del 32,61% en el uso de las redes y un posible aplazamiento de la inversión en redes eléctricas.
- Los costes mensuales de electricidad para los usuarios, esta reducción de la tarifa oscila entre el 5% y el 25% en función del número de vehículos gestionados diariamente.
- El costo mensual de energía eléctrica para un usuario que consume 100 MWh es de 62 USD, implementando la tecnología V2G el costo de dicho usuario se reduce a 52.8 USD.
- Una operación tradicional el costo es de 52,361.69 USD, la operación del sistema incluyendo el manejo de 5,000 vehículos eléctricos es de solo 51,307.00 USD, teniendo un beneficio de 2.1% (1054.70 USD/día).

Study Committee C6
ACTIVE DISTRIBUTION SYSTEMS AND
DISTRIBUTED ENERGY RESOURCES
11083_2022

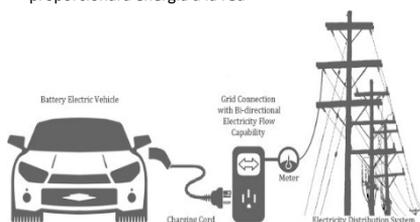
V2G TECHNOLOGY AND ITS IMPACT ON THE DAILY LOAD
DIAGRAM: CASE SE0062 - HUANCAYO – PERU

1st Leonidas, Sayas Poma
Lima, Perú

Medina Catay Fidel Maik
Huancayo, Perú

Vehicle-to-grid (V2G)

- es un nuevo concepto tecnológico que tiene como objetivo equilibrar la demanda máxima y el suministro máximo e integrar mejor las energías renovables fluctuantes en la red eléctrica. Se basa en la transferencia de energía bidireccional en lugar de la clásica carga unidireccional de baterías EV. Cuando está estacionado, un vehículo eléctrico o una flota de vehículos eléctricos absorberá electricidad o proporcionará energía a la red



Indices y conjuntos:

$g \in G$: Unidades de generación, de 1 a G.
 $t \in T$: Periodo de tiempo, de 1 a T horas.

Parameters :

P_V : Potencia media de los vehículos eléctricos.
 C_{Enz} : Coste de la Energía no suministrada.
 L_t : Demanda del sistema en el tiempo t .
 N_{VZ} : Número de vehículos eléctricos.
 P_{VZ} : Almacenamiento de energía en VE.
 a_g, b_g, c_g : Coeficiente de coste de producción de la unidad g .
 $P_g^{max/min}$: Limite máximo/mínimo de potencia de la unidad g .
 RU_g/RD_g : Limite de subida/bajada de la unidad g .
 $SOC^{max/min}$: Capacidad máxima/mínima del sistema de almacenamiento.
 $P_C^{max/min}$: Capacidad máxima/mínima que el sistema de almacenamiento puede tomar de la red.
 $P_d^{max/min}$: Capacidad máxima/mínima que el sistema de almacenamiento puede entregar desde la red.
 η_c : Eficiencia en la toma de energía de la red.
 η_d : Eficiencia en la entrega de energía a la red.

Variable :

$P_{g,t}$: Energía entregada por unidad g en el periodo t .
 SOC_t : Energía almacenada en el periodo t .
 Enz_t : Energía no suministrada en el tiempo t .
 $P_{c,t}$: Cantidad de energía que los vehículos extraen de la red (carga)
 $P_{d,t}$: Cantidad de energía que los vehículos entregan a la red (descarga)

Objective Function:

$$\min_{P_{g,t}, Enz_t} \left(\sum_{g,t} a_g P_{g,t}^2 + b_g P_{g,t} + c_g + \sum_t C_{Enz} \times Enz_t \right) \quad (1)$$

Constraint:

$$P_g^{min} \leq P_{g,t} \leq P_g^{max} \quad (2)$$

$$P_{g,t} - P_{g,t-1} \leq RU_g \quad (3)$$

$$P_{g,t-1} - P_{g,t} \leq RD_g \quad (4)$$

$$SOC_t = SOC_{t-1} + \left(P_{c,t} \eta_c - \frac{P_{d,t}}{\eta_d} \right) \quad (5)$$

$$P_C^{min} \leq P_{c,t} \leq P_C^{max} \quad (6)$$

$$P_d^{min} \leq P_{d,t} \leq P_d^{max} \quad (7)$$

$$0 \leq SOC_t \leq N_{VZ} \times P_{VZ} \quad (8)$$

$$Enz_t + \sum_g P_{g,t} + P_{d,t} \geq L_t + P_{c,t} \quad (9)$$

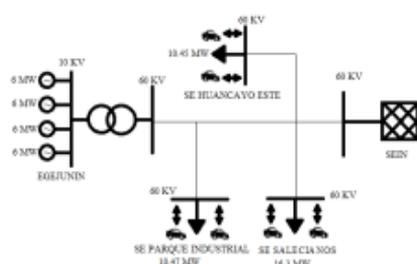
$$SOC_1 = 0.2 \times N_{VZ} \times P_{VZ} \quad (11)$$

$$P_{d,1} = 0 \quad (12)$$

$$P_{c,1} = 0 \quad (13)$$

Descripción del sistema

- El sistema de distribución eléctrica SE0062 (sistema eléctrico de Huancayo) está conformado por tres subestaciones eléctricas que alimentan a la ciudad desde el sistema interconectado nacional del Perú (SEIN), la subestación eléctrica.
- SE HUANCAYO ESTE alimenta una demanda promedio de 10,45 MW.
- SE PARQUE INDUSTRIAL alimenta una demanda promedio de 10,47 MW.
- SE SALECIANOS alimenta una demanda de 16,3 MW.
- El sistema Eléctrico SE0062 cuenta con la central hidroeléctrica Runatullo (EGEJUNIN), esta central cuenta con 4 unidades de producción de 6 MW cada una y está conectada al sistema al SE PARQUE INDUSTRIAL a través de una línea de transmisión de 60 kV



Study Committee C6
ACTIVE DISTRIBUTION SYSTEMS AND
DISTRIBUTED ENERGY RESOURCES
11083_2022

V2G TECHNOLOGY AND ITS IMPACT ON THE DAILY LOAD
DIAGRAM: CASE SE0062 - HUANCAYO – PERU

1st Leonidas, Sayas Poma
Lima, Perú

Medina Catay Fidel Maik
Huancayo, Perú

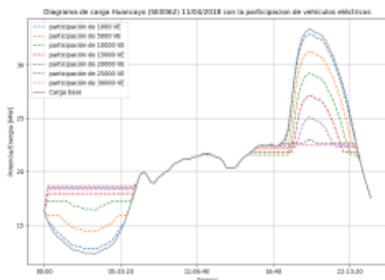
Curva de carga diaria del sistema eléctrico SE0062

- El Sistema Eléctrico SE0062 generalmente está conformado por clientes residenciales e industriales, en este sistema se puede observar el comportamiento dinámico muy peculiar de muchos sistemas eléctricos en el Perú, con una curva de demanda larga entre las 5 pm y las 11 pm. La figura es un diagrama de carga tomado el 11/04/2018 con mediciones cada 15 minutos, la demanda mínima para este día en particular fue de 12,33 MW, mientras que la demanda máxima alcanzó los 33,33 MW



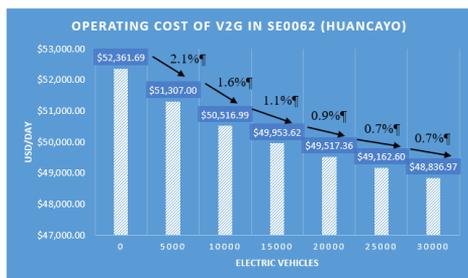
Diagrama de carga diaria diferentes escenarios

- En la figura se puede ver el diagrama de carga y el impacto que provoca la participación de diferentes cantidades de vehículos eléctricos, aunque la demanda mínima aumenta, también cabe mencionar que la demanda máxima disminuye, esta última es muy beneficiosa porque en horas punta contribuye energía descongestionando la red



Costo de operación de V2G en SE0062 (Huancayo)

- La figura muestra el costo de operación considerando los diferentes montos de participación de los vehículos eléctricos, para una operación tradicional el costo es de 52,361.69 USD, la operación del sistema incluyendo el manejo de 5,000 vehículos eléctricos es de solo 51,307.00 USD, teniendo un beneficio de 2.1% (1054.70 USD/día).



Conclusion

- La demanda máxima ha pasado de 33,33 MW a 22,46 MW, lo que supone una reducción del 32,61% en el uso de las redes y un posible aplazamiento de la inversión en redes eléctricas.
- Los costes mensuales de electricidad para los usuarios, esta reducción de la tarifa oscila entre el 5% y el 25% en función del número de vehículos gestionados diariamente.
- El costo mensual de energía eléctrica para un usuario que consume 100 MWh es de 62 USD, implementando la tecnología V2G el costo de dicho usuario se reduce a 52.8 USD.
- Una operación tradicional el costo es de 52,361.69 USD, la operación del sistema incluyendo el manejo de 5,000 vehículos eléctricos es de solo 51,307.00 USD, teniendo un beneficio de 2.1% (1054.70 USD/día).