



Posgrado Smart Energy

Digitalización de la energía

Profesores:

Marc Jené Vinuesa
marc.jene@upc.edu

Marc Micolau Puerto
marc.micolau@upc.edu

Adriano Caprara
adriano.caprara@upc.edu

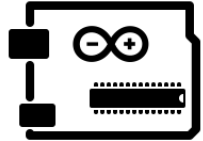


Objetivos del módulo

Fomentar la capacidad de plantear y llevar a cabo un proyecto aplicado al gestión activa de cargas domesticas.

Conocimientos a alcanzar:

- Entender el rol de la **gestión activa de la demanda** en un contexto de sistemas energéticos locales, y su impacto económico, social y ambiental.
- Monitoreo de cargas domésticas, almacenamiento y representación de datos.
- Conocer las fuentes principales de **adquisición de datos** y herramientas para poder acceder a ellos.
- Llevar a cabo un análisis y un proyecto relacionado con la gestión de la demanda. Siendo capaz de presentar resultados con las herramientas adquiridas y proponiendo ideas de gestión de la demanda.



Resumen del proyecto

- **Toma de datos (corriente de la carga).**
- **Guardar datos en un archivo (.csv o .xlsx).**
- **Controlar la carga.**
- **Obtener datos de una API (precio de la luz).**
- **Análisis económico y/o ambiental.**
- **Visualización estática.**
- **Visualización dinámica.**
- **Presentación e informe.**



Calendario

MAYO

lunes	martes	miércoles	jueves	viernes
06	07	08 1. Introducción, entrega del kit, montaje eléctrico	09	10
11 2. Montaje eléctrico, monitorización y almacenamiento	12	13 3. APIs. Caso práctico REE.	14	15
20	21	22 4. Presentación parcial proyecto y posibles mejoras.	23	24
27 5. Análisis económico de la carga y visualización.	28	29 6. Presentación final. Resolución de dudas.	30	31



Tutores

MAYO

lunes	martes	miércoles	jueves	viernes
06	07	08 Marc Micolau Marc Jené	09	10
11 Adriano Caprara Marc Jené	12	13 Adriano Caprara Marc Micolau	14	15
20	21	22 Marc Micolau Marc Jené	23	24
27 Adriano Caprara Marc Micolau	28	29 Adriano Caprara Marc Jené	30	31



Evaluación del módulo

$$\text{Nota Clase} = 0,5 \cdot TF + 0,1 \cdot EP + 0,2 \cdot PF + 0,1 \cdot PP + 0,1 \cdot TI$$

TF: Trabajo Final

EP: Entregable Parcial

PF: Presentación Final

PP: Presentación Parcial

TI: Trabajo Individual

El proyecto se realizará y evaluará en parejas. Todos los estudiantes tienen que presentar al menos un día.

Fechas entrega:

- Entregable y presentación parcial: 22 de Mayo.
- Presentación final: 29 de Mayo.
- Trabajo final: 5 de Junio.

Devolución del kit: Semana del 10 de Junio (o antes).



Entregable Parcial

Contenido:

- Presentación de la carga.
- Análisis básico del consumo de la carga (enseñar un ciclo de carga, o el consumo durante un periodo determinado). Se recomienda usar Excel o Python.
- Presentación del caso de estudio:
 - ¿Tiene potencial para ser desplazada?
 - ¿Se puede mejorar la eficiencia?
 - ¿Se puede usar el precio de REE?
- Posibles mejoras del proyecto.

Informe de máximo 2 páginas (formato pdf).

Presentación de 5 minutos por grupo.



Entregable Final

Contenido:

- Introducción.
- Objetivos.
- Presentación de la carga.
- Análisis de la carga (económico, ambiental ...).
- Presentación de los casos de estudio.
- Montaje eléctrico y esquema de comunicaciones.
- Resultados
- Conclusiones.

Informe de máximo 15 páginas (+ anexos) o Jupyter Notebook.

Presentación de 10-15 minutos por grupo + preguntas.



Ejercicio de postgrado

Los alumnos que tengan que entregar el ejercicio de postgrado, tendrán dos semanas más para desarrollarlo.

El objetivo del ejercicio será ampliar el trabajo del módulo **alguno de los siguientes puntos**, a elección del alumno:

- 1) Predicción del consumo de la carga elegida con algoritmos de ML o regresión.
- 2) Implementación de un sistema de recogida de datos y visualización (local o remoto).
- 3) Otra mejora (a discutir con el profesor).

La fecha límite de entrega del ejercicio será el 19 de junio de 2024

Se debe especificar como un apartado adicional en el trabajo de curso o como un fichero independiente

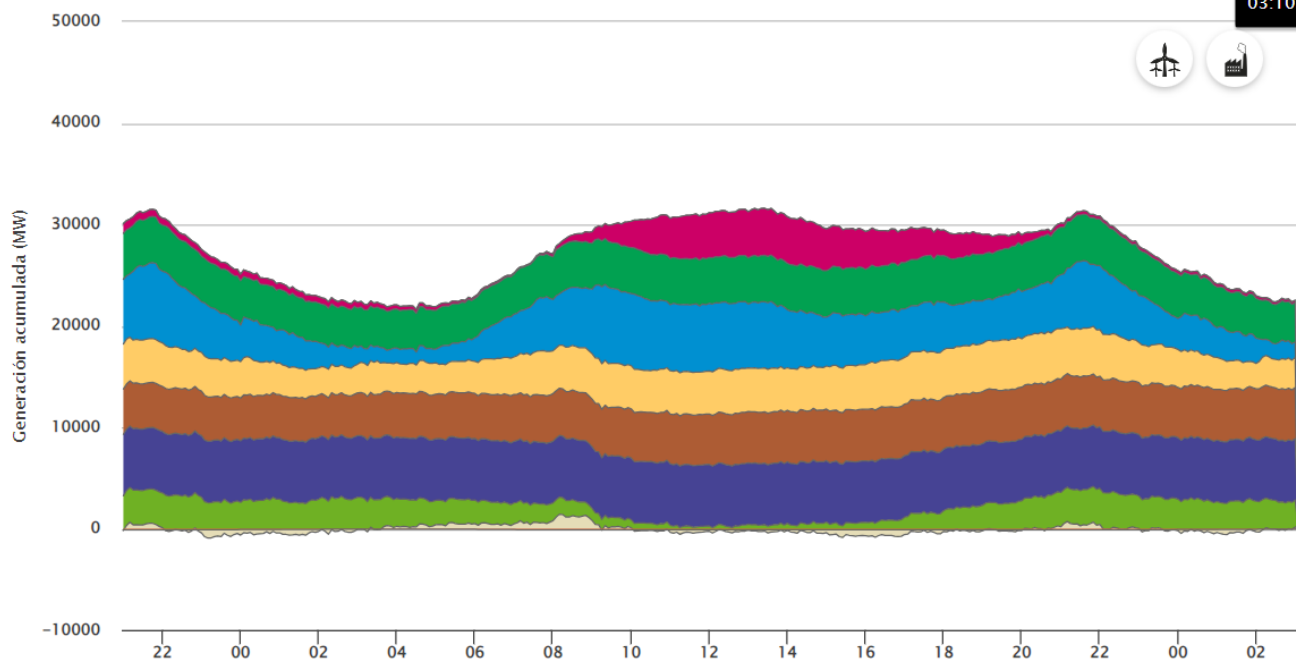
Se debe colgar en la plataforma TechTalent UPC

Gestión activa de la demanda (DSM)

- Mix energético en la península hace 10 años

Estructura de generación acumulado progresivo (MW) a las
03:10 - 08/05/2014

Solar	247	1,09(%)
Resto reg.esp.	3877	17,06(%)
Hidráulica	1701	7,49(%)
Ciclo combinado	2995	13,18(%)
Carbón	5092	22,41(%)
Nuclear	6062	26,68(%)
Eólica	2697	11,87(%)
Intercambios int	50	0,22(%)
Enlace balear	-60	0(%)

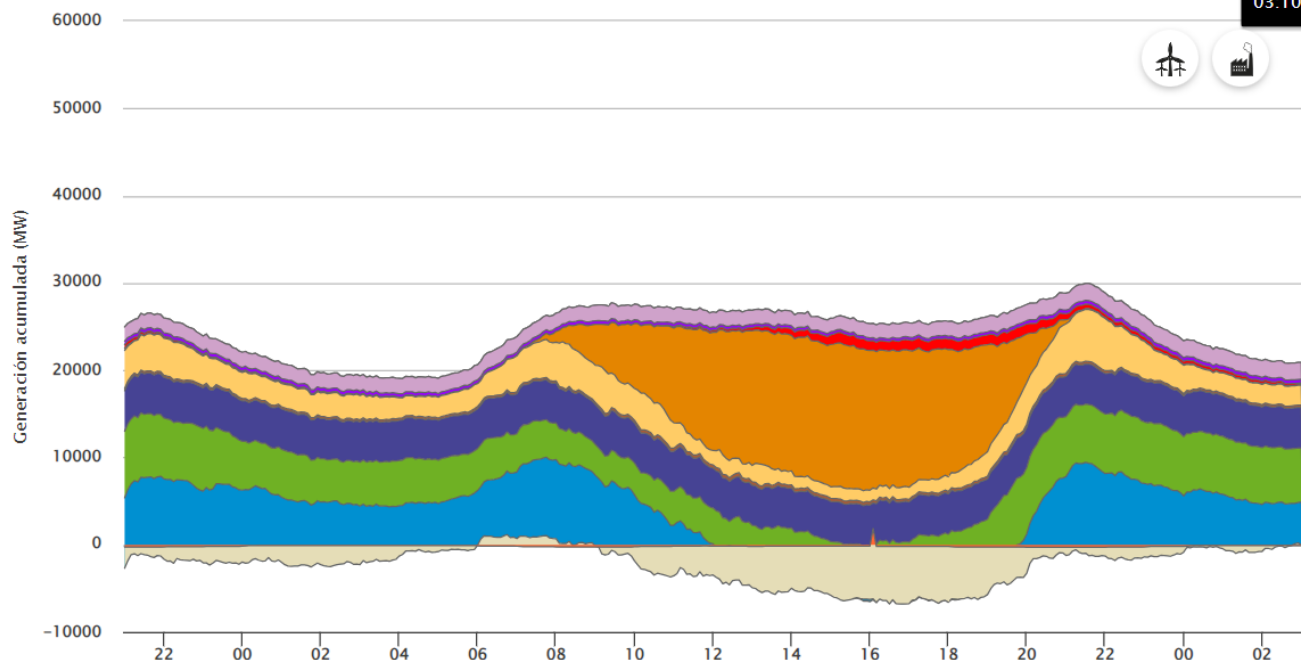


Gestión activa de la demanda (DSM)

- Mix energético en la península hace 2 días.

Estructura de generación acumulado progresivo (MW) a las
03:10 - 07/05/2024

Cogeneración y residuos	1925	9,16(%)
Térmica renovable	425	2,02(%)
Solar térmica	197	0,94(%)
Solar fotovoltaica	47	0,22(%)
Ciclo combinado	2330	11,09(%)
Carbón	248	1,18(%)
Nuclear	4656	22,17(%)
Eólica	6167	29,36(%)
Hidráulica	4921	23,43(%)
Intercambios int	89	0,42(%)
Enlace balear	-102	0(%)



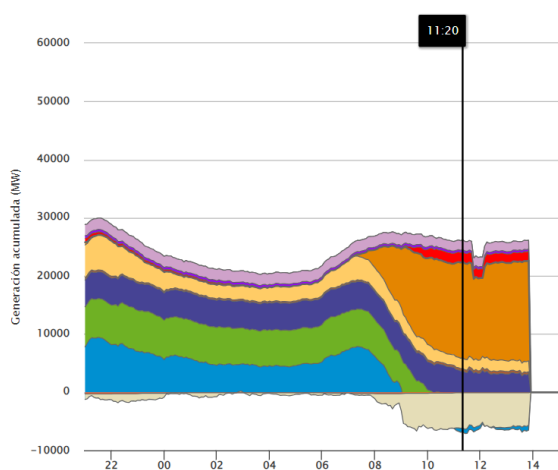


Gestión activa de la demanda (DSM)

- Mix energético en la península ayer.

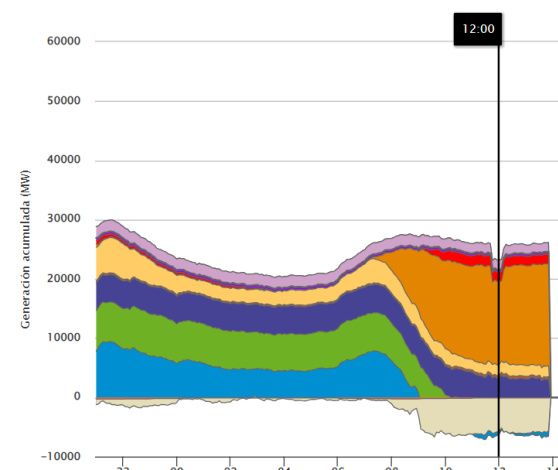
Estructura de generación acumulado progresivo (MW) a las 11:20 - 07/05/2024

Cogeneración y residuos	1634	4,95(%)
Térmica renovable	374	1,13(%)
Solar térmica	1742	5,28(%)
Solar fotovoltaica	16517	50,06(%)
Ciclo combinado	1801	5,46(%)
Carbón	416	1,26(%)
Nuclear	4825	14,62(%)
Eólica	5688	17,24(%)
Hidráulica	-676	0(%)
Intercambios int	-6053	0(%)
Enlace balear	-92	0(%)



Estructura de generación acumulado progresivo (MW) a las 12:00 - 07/05/2024

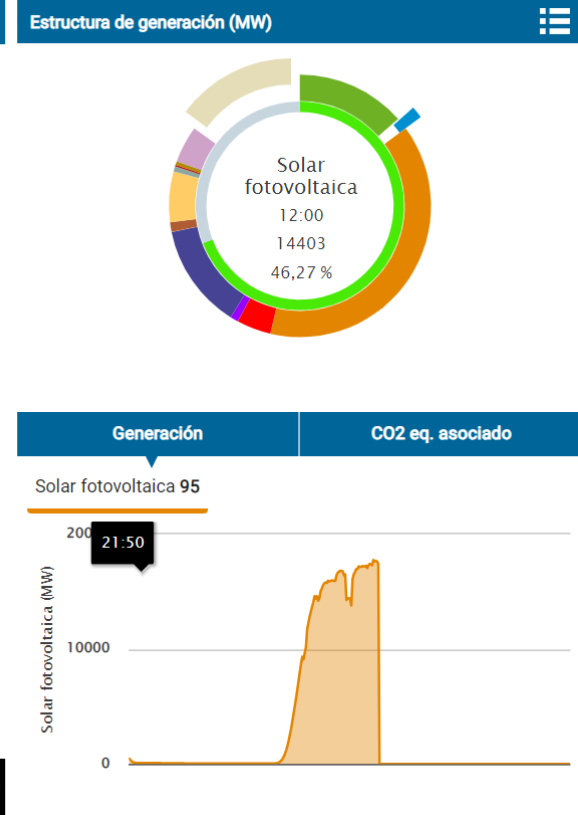
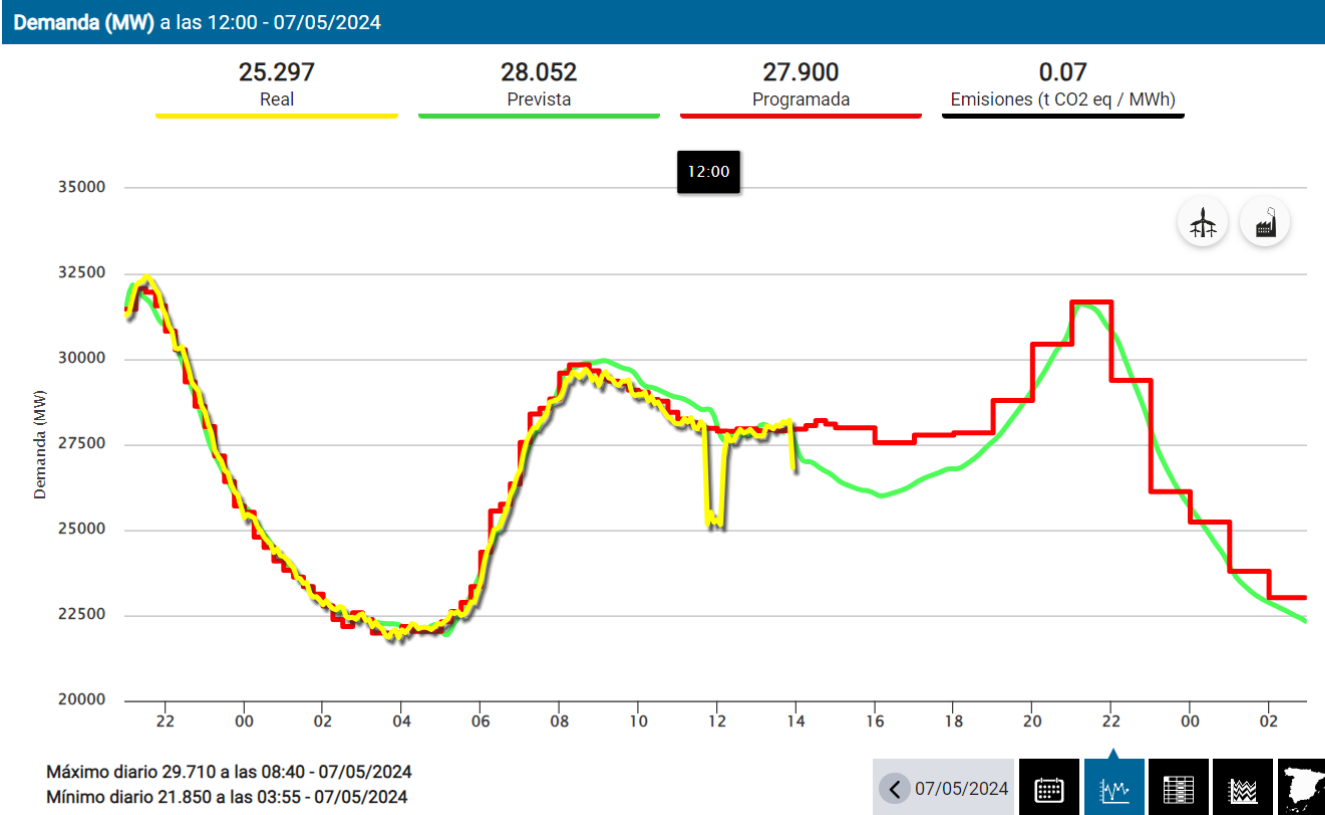
Cogeneración y residuos	1661	5,64(%)
Térmica renovable	369	1,25(%)
Solar térmica	1583	5,37(%)
Solar fotovoltaica	14081	47,8(%)
Ciclo combinado	1836	6,23(%)
Carbón	438	1,49(%)
Nuclear	4819	16,36(%)
Eólica	4673	15,86(%)
Hidráulica	-551	0(%)
Intercambios int	-5552	0(%)
Enlace balear	-101	0(%)



Fuente: <https://demanda.ree.es/visiona/peninsula/demandaqh/acumulada/2024-05-07>



Gestión activa de la demanda (DSM)



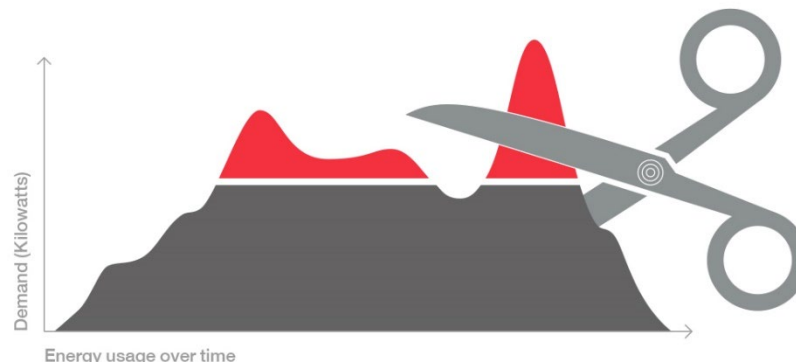
Fuente: <https://demanda.ree.es/visiona/peninsula/nacional/total/2024-5-7>



Gestión activa de la demanda (DSM)

Definiciones:

- Acciones que influyen en la **cantidad** o los **patrones** del **consumo energético** de los usuarios finales.
- Conjunto de acciones que intentan **influir** sobre el **uso** que los consumidores hacen de la **electricidad**, de forma que se produzcan los cambios deseados, tanto para producir un **ahorro de energía** como para **aumentar la eficiencia**, ya sea en el ámbito individual como en la curva de demanda agregada.

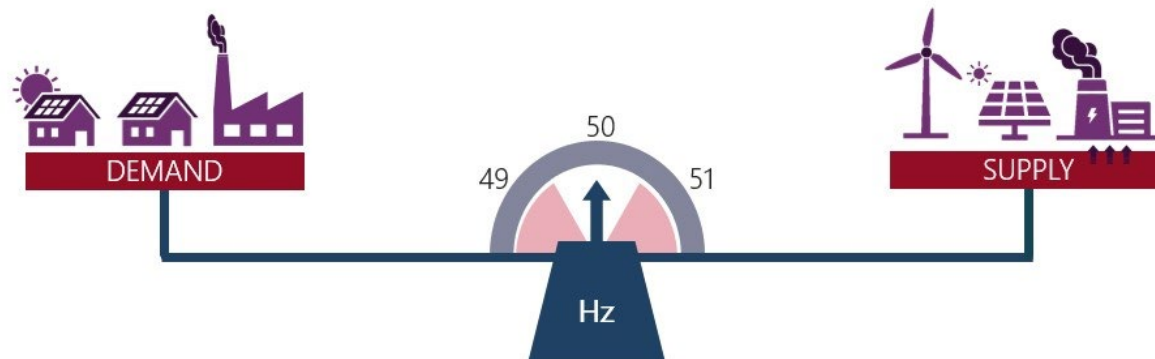




Gestión activa de la demanda (DSM)

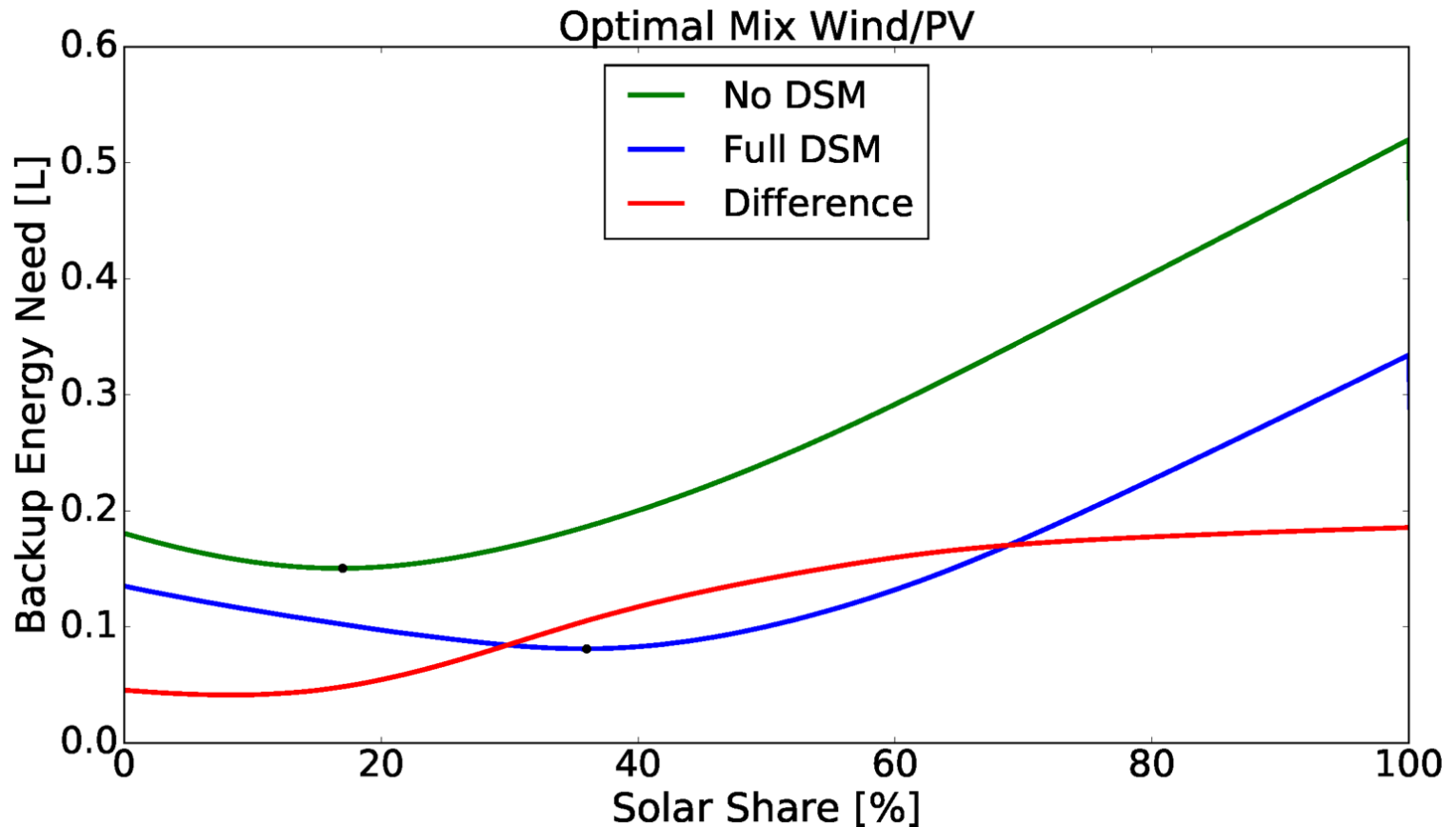
Sistema eléctrico:

- Energía Generada = Energía consumida !!
- Menos energías fósiles, más energías renovables.
- Los generadores tradicionales aportan inercia al sistema para mantener la frecuencia estable.
- Energías renovables son intermitentes y no controlables.





Gestión activa de la demanda (DSM)



Fuente:
Open Access
Journals

The Demand Side
Management Potential to
Balance a Highly Renewable
European Power System



Respuesta a la Demanda (DR)

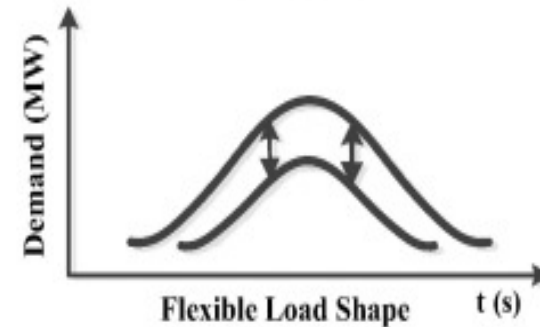
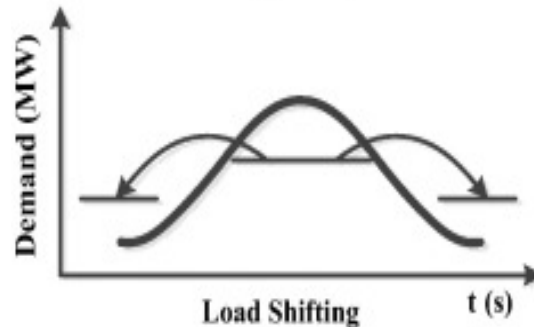
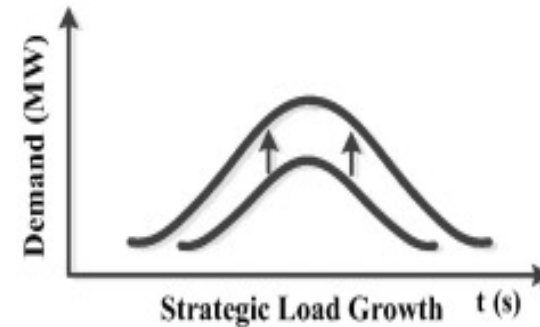
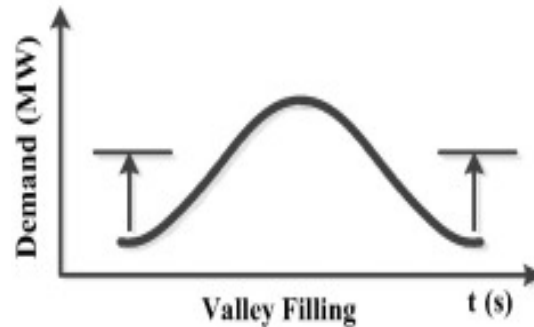
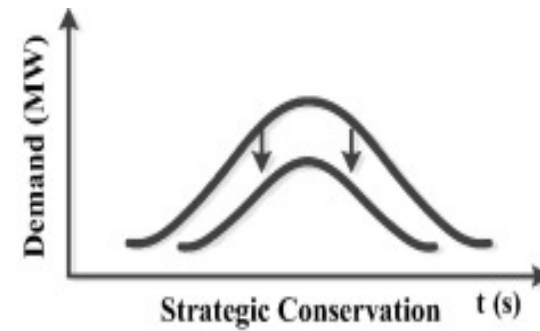
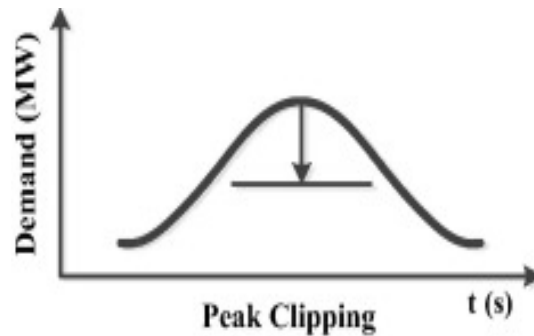
La respuesta a la demanda se refiere a los **cambios en el uso de la electricidad** por parte de los **clientes finales** con respecto a sus patrones (curvas de carga) normales de consumo en **respuesta a** los **cambios en el precio** de la energía en el tiempo o a los **pagos de incentivos** diseñados para inducir un menor uso de la electricidad cuando los precios son altos o la fiabilidad del sistema está en peligro.

La gestión de la demanda incluye varios mecanismos que actúan en distintos marcos temporales.

Mecanismo DSM	Impacto en el sistema	Horizonte temporal
Eficiencia energética	Consumo optimizado	Permanente
Tarifas con discriminación horaria	Horario de consumo optimizado	Horas / Días
Respuesta a la Demanda	Temporalmente reducido	Segundos / Horas



Gestión activa de la demanda (DSM)



Fuente:
ScienceDirect

Optimal operation of power system incorporating wind energy with demand side management

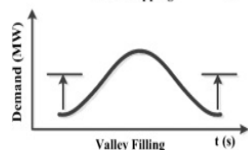


Gestión activa de la demanda (DSM)



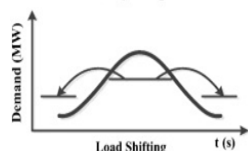
Recortar la demanda en los períodos de carga pico (nivelación de la carga)

Disminuye la demanda pico, disminuye la demanda energética general.



Aumentar carga durante horas no pico (nivelación de la carga)

No varia la demanda pico, aumenta la demanda energética general.



Desplazar carga a horas valle (nivelación de la carga)

Disminuye la demanda pico, no cambia la demanda energética general.



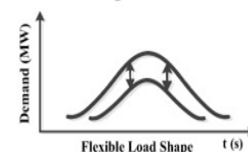
Reducir la demanda energética en general (conservación de la energía)

Disminuye la demanda pico, disminuye la demanda energética general.



Promoción de aplicaciones que requieren electricidad.

Puede aumentar la demanda pico, aumenta la demanda energética general.

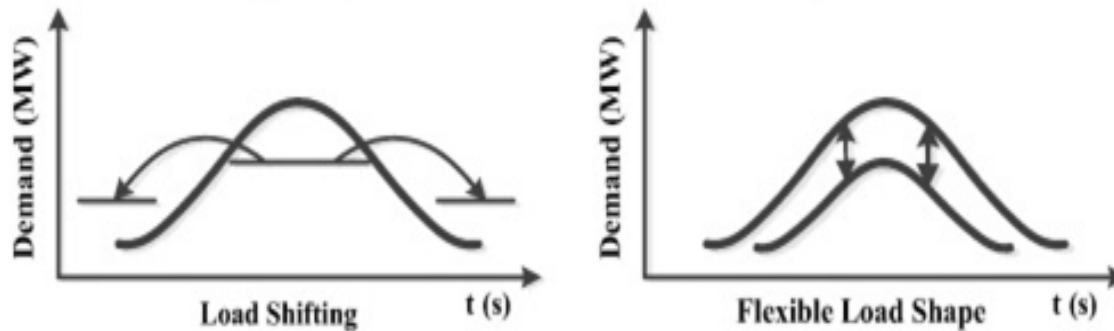


Inducir el cambio en la carga según el suministro de energía (control de carga)

Disminuye la demanda pico, puede disminuir la demanda energética general.



Actividad en Parejas



Pensar y discutir (como mínimo) una carga doméstica que permita hacer load shifting o que permita hacer flexible load shape:

- ¿Qué impacto puede tener en el confort del usuario?
- ¿Qué perfil de usuario estaría interesado en esta aplicación?
- ¿Puede tener beneficios económicos?



DSM y Mercados Energéticos

[Mercados Red Eléctrica \(esios\)](#)

- **Mercado mayorista de energía:**

Se puede influir en la oferta y demanda de este mercado, ayudando a reducir la congestión en la red en períodos de alta demanda.

Para participar y obtener beneficios económicos, se requiere el rol de un agregador.

- **Mercado minorista de energía:**

Si el consumidor tiene una tarifa dinámica, puede ahorrarse dinero moviendo las cargas a las horas más baratas.

- **Mercado de Servicios a la Red y Flexibilidad:**

Proporcionar servicios a la red mediante flexibilidad (subidas y bajadas de consumo) se recompensa económicamente.

- **Nuevos mercados** (e.g.: [Real-Time Imbalance Price – Bélgica](#))


The diagram illustrates a smart home energy management system. It shows a house with various components connected to a central system. The system includes a Solar Energy System, a Router, and a Smart Meter. The house contains an Electric Car Charger, Home Appliances, a Storage unit, and a Demand Response panel. The system is connected to the Internet, a Utility Data Center, and a Smart Sensor. The diagram also shows a legend for communication types: Internet Communication (blue dashed line), ZigBee Communication (green dashed line), WiMax Communication (red dashed line), Power (solid line), and Software Communication (solid line).




Ejemplos Reales


Thermovault

Heat pump







EASY TO INSTALL
Add the ThermoVault module to your heat pump, connect to wifi and enjoy your energy savings in only 15 minutes



UNIVERSAL
Works on all brands and all sizes while keeping comfort



SELF-LEARNING
ThermoVault optimises your heat pump adapting to your countries continuously changing specificities



SAFE
Your heat pump is continuously monitored, changes in its behaviour will be detected early

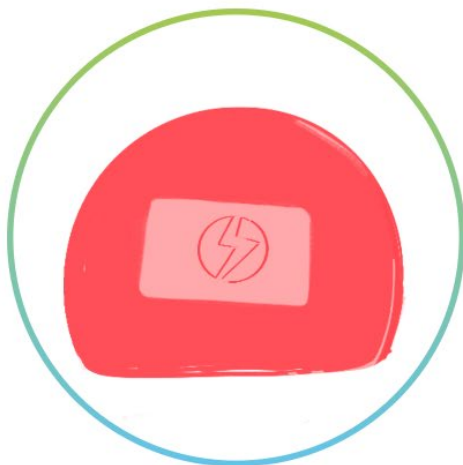


Ejemplos Reales

Thermovault

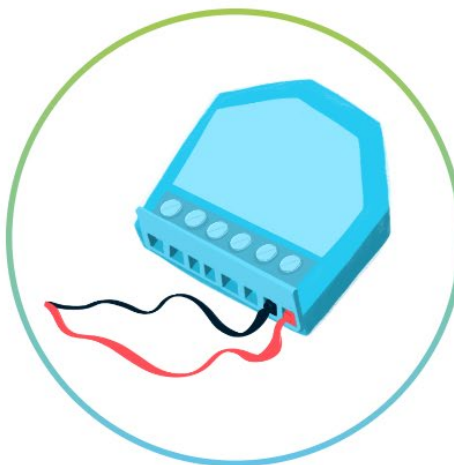
THERMOVAULT SOLUTIONS

These devices allow our magic to happen and connect your electrical heating devices to the ThermoVault self-learning algorithm. Installing a combination of these devices will enable the automated savings. These savings are driven by the optimal combination between energy efficiency, self consumption, peak shaving and dynamic tariffs.



Base module

These CE certified control modules with temperature probes are installed in electrical boilers and storage heaters.



Metering module

Measuring power of household consumption and/or solar panels



Communication module

The connection with the cloud, retrieving the information from the devices and providing them with optimised schedules

Ejemplos Reales

Tibber



Real time meter



Smart charging



Thermal control



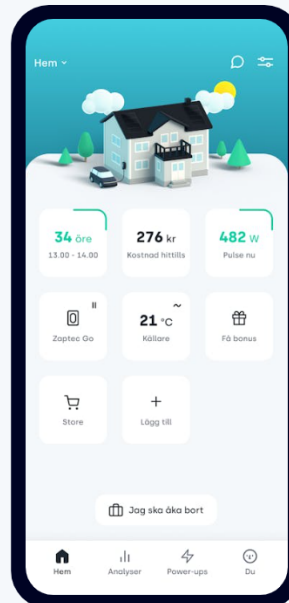
Solar panels



Homevolt



Smart homes



Sensor data

- With our various power-ups, you can monitor temperature, outdoor humidity, CO2 levels and much more - directly from the home screen of the app.

Follow the sensor data over time

- Track current and historical values in the Tibber app. You can e.g. see how your electricity consumption and the indoor climate have changed.

Electricity consumption in real time

- From the app, you can easily see what your home is consuming right now and how your electricity consumption changes over time.

Combine with heat control

- Connect smart thermostats to your home for smarter heating. It also gives Tibber a better basis for buying electricity for you.



Ejemplos Reales

Tether EV

~300-600€

Revenue earned per year*

up to **3.7ktons**

CO2 reduction / MW*

~10%

Battery Degradation Reduction*

About Tether

We **learn** the charging patterns of EV drivers to unlock the value of their **flexibility**.

EVs are parked **95%** of the time - so they're just big batteries on wheels. If we could leverage the battery capacity of all those cars, we would have all the grid connected energy storage we could ever need. **That means more renewable energy and no more fossil fuels.**

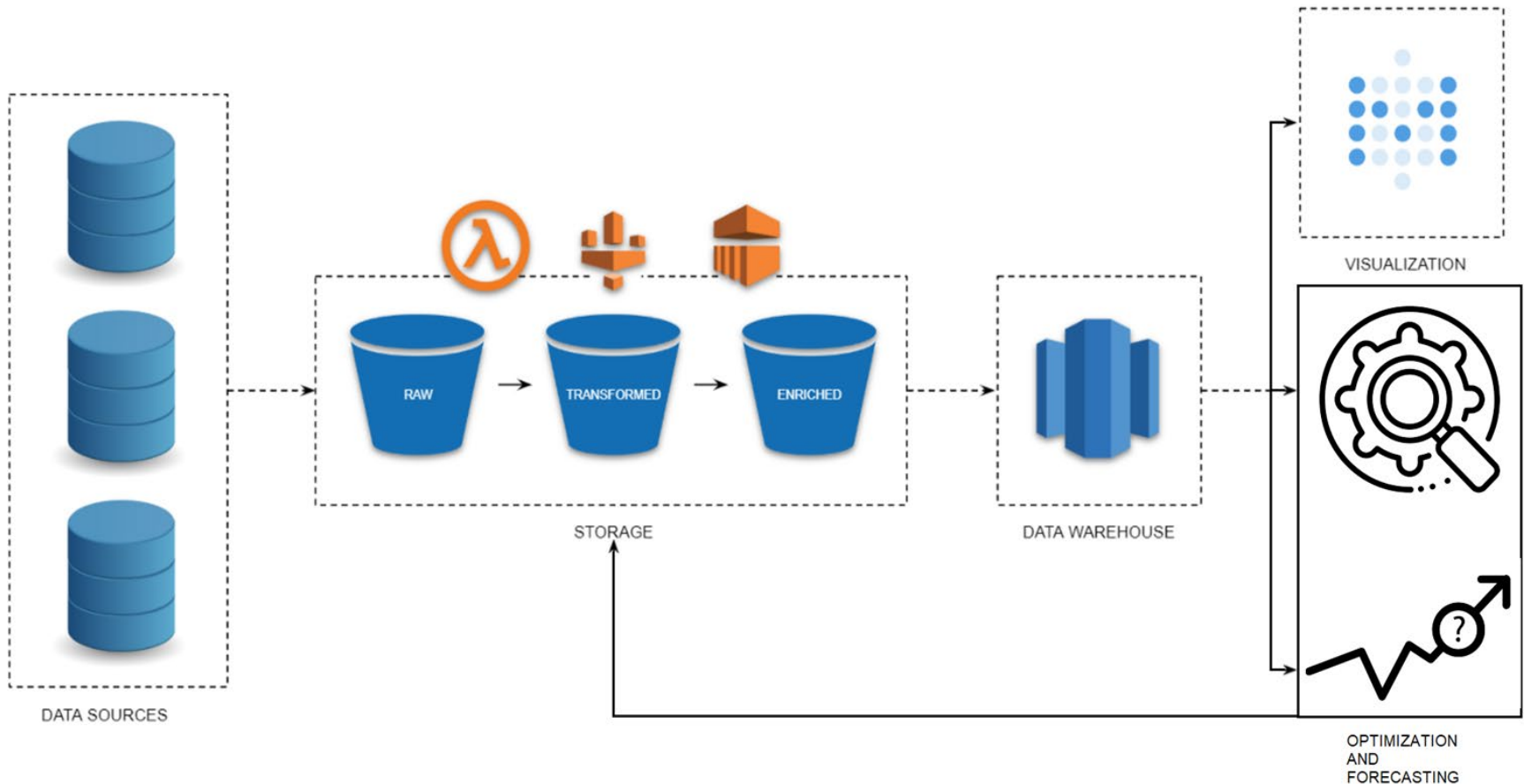
Tether enables that reality in two ways:

Prediction Engine

Flexibility & V2G



Proyecto: Data Pipeline

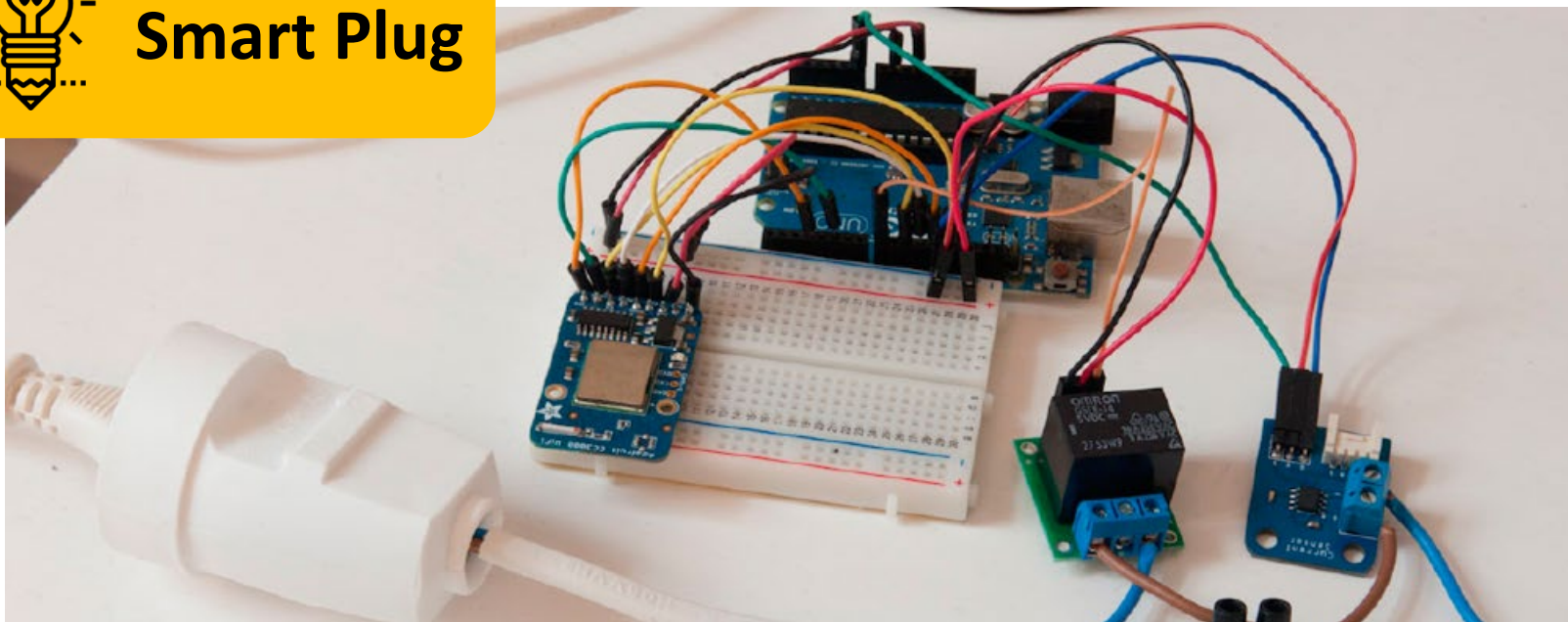




Proyecto



Smart Plug

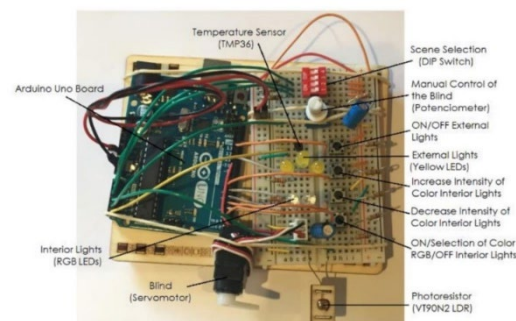


- Grupos de 2 personas
- 1 Kit de Arduino por grupo



Material del Proyecto

El kit contiene todos los elementos y herramientas esenciales para la realización del proyecto. En caso de necesitar más componentes, se puede pedir.



*La fecha límite de devolución del será el **10 de Junio del 2024**, aunque se recomienda entregarlo en la última clase del módulo.
Se ruega devolverlo lo más ordenado posible.*



Repositorios y material

Repositorio: https://github.com/marcjene/Digital_Energy

Material:

- Guías de las prácticas
- Presentaciones
- Códigos (Arduino, Python, Notebooks)