

NUEVA PLANTA DE COGENERACIÓN PARA UN FABRICANTE DE PRODUCTOS DE HULE

A FINALES DE 2014 LA EMPRESA INDUSTRIAS DE HULE GALGO DECIDIÓ ABORDAR EL PROYECTO DE INSTALACIÓN DE UNA CENTRAL DE COGENERACIÓN EFICIENTE PARA SU PLANTA DE PRODUCCIÓN, CON OBJETO DE REDUCIR SUS COSTES ENERGÉTICOS Y MEJORAR SU POSICIÓN COMPETITIVA EN EL MERCADO. LA NUEVA PLANTA HA INICIADO YA SU PRIMERA FASE DE OPERACIÓN. EL PROYECTO HA CONSISTIDO EN LA INSTALACIÓN DE UN CICLO SIMPLE CON MOTOGENERADORES DE GAS CON UNA POTENCIA ELÉCTRICA TOTAL DE 6,6 MW, QUE PROPORCIONA EL ACEITE TÉRMICO NECESARIO PARA LA PLANTA DE PRODUCCIÓN, ABASTECE LA TOTALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA QUE SE CONSUME EN EL COMPLEJO INDUSTRIAL Y GENERA AGUA FRÍA, QUE HA PERMITIDO MEJORAR LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN AL SUBENFRÍAR EL SISTEMA DE EXTRUSIÓN. PARA ESTOS TRABAJOS, INDUSTRIAS DE HULE GALGO CONTRATÓ A LA EMPRESA DE INGENIERÍA AESA LA INGENIERÍA, APROVISIONAMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA DE COGENERACIÓN.

Industrias de Hule Galgo S.A. de CV ubicada en Tula, Hidalgo es una empresa privada que dispone de una planta dedicada a la producción de bandas de rodamiento para la renovación de neumáticos y cámaras. Este proyecto ha permitido sustituir la compra de electricidad a red y de gas natural para sus necesidades térmicas, por un sistema de cogeneración eficiente que garantiza la generación de electricidad, aceite térmico y también frío para su factoría.

La central de cogeneración se ha diseñado en configuración de ciclo simple con motogeneradores a gas y calderas de aceite térmico por recuperación, y sistema de producción de agua fría mediante recuperación de calor del circuito de alta temperatura del motor, para enfriamiento del producto, mediante una máquina de absorción. La planta dispone de una capacidad de producción de unos 6,6 MW ISO eléctricos.

Esta central de cogeneración cumple con los más altos estándares en eficiencia energética, permitiendo llegar hasta un rendimiento

NEW CHP PLANT FOR A RUBBER PRODUCTS MANUFACTURER

AT THE END OF 2014 THE COMPANY INDUSTRIAS DE HULE GALGO DECIDED TO UNDERTAKE THE INSTALLATION PROJECT OF AN EFFICIENT CHP PLANT FOR ITS PRODUCTION PLANT, WITH THE AIM OF BRINGING DOWN ENERGY COSTS AND IMPROVING THE COMPANY'S COMPETITIVE POSITION IN THE MARKET. THE NEW PLANT HAS ALREADY STARTED ITS FIRST OPERATIONAL PHASE. THE PROJECT HAS COMPRISED THE INSTALLATION OF A SINGLE CYCLE WITH GAS-POWERED GENSETS PROVIDING A TOTAL ELECTRICAL CAPACITY OF 6.6 MW. THIS PROVIDES THE NECESSARY THERMAL OIL FOR THE PRODUCTION PLANT; COVERS 100% OF THE ELECTRICAL POWER CONSUMED BY THE INDUSTRIAL COMPLEX; AND ALSO GENERATES COOLING WATER, GIVING IMPROVED PRODUCTION CAPACITY BY SUPERCOOLING THE EXTRUSION SYSTEM. TO EXECUTE THESE WORKS, INDUSTRIAS DE HULE GALGO CONTRACTED THE SERVICES OF ENGINEERING COMPANY AESA TO PROVIDE THE ENGINEERING, PROCUREMENT AND CONSTRUCTION OF THE CHP PLANT.

Industrias de Hule Galgo S.A. de CV, based in Tula, Hidalgo, is a private company that has a plant dedicated to the production of tyre treads for the renovation of tyres and inner tubes. This project has meant that the purchase of grid electricity and natural gas for its thermal needs has been replaced by an efficient cogeneration system that guarantees the generation of electricity, thermal oil and cooling for the company's factory.

The CHP plant has been designed in a single cycle configuration with gas-powered gensets and heat recovery boilers. Its cooling water production system works via the recovery of heat from the engine's high temperature circuit to cool the product via an absorption chiller. The plant offers a production capacity of some 6.6 MW ISO.

This CHP plant complies with the highest standards as regards energy efficiency, achieving an effective electrical output REE¹ of 67% (expected average annual value of 63%) and an efficient cogeneration output of 45% (the minimum required value according to applicable regulations is 5%).



Falling within the scope of the Public Electricity Service Act (LSPEE in its Spanish acronym), under the new energy reform, the project is deemed to be a legacy project. On the basis of the new rules arising from the Energy Reform, it will be able to achieve 30% of Clean Energy Certificates (CECs) on the total energy generated. This means that the decision to undertake a plant with high efficiency cogeneration, focusing the project on heat demand and by far exceeding the minimum regulatory standards (the plant is 9 times the required minimum; 45% vs. 5%) has had a very positive impact, given that the plant easily complies with the values required of 5%

¹ El rendimiento eléctrico equivalente (REE) es el cociente entre el incremento de producción eléctrica y el incremento de consumo de combustible globales netos, este valor es fundamental ya que condiciona el rendimiento técnico y económico de toda instalación de cogeneración. Valores elevados de REE permiten asegurar la viabilidad económica de una planta ante prácticamente cualquier escenario económico o coyuntura de precios que se pueda presentar, proporcionando la seguridad de un adecuado retorno de la inversión realizada y un importante ahorro en costos energéticos a lo largo de toda la vida útil de la central. La cogeneración de alta eficiencia permite competir perfectamente con el mejor ciclo combinado, por tener mejor rendimiento y adicionalmente ser generación distribuida; ahorrar también pérdidas al sistema ya que la energía se genera donde se consume. | The effective electrical output is the ratio between the increase in electricity production and the increase in the overall net consumption of fuel. This value is fundamental as it conditions the technical and economic performance of the entire CHP installation. High effective electrical output values can guarantee the economic feasibility of a plant in almost any economic context or energy price offered, providing the security of an adequate return on the investment made and a significant saving in energy costs throughout the useful life of the plant. High efficiency CHP can perfectly compete with the best combined-cycle, as it offers better performance and is also distributed generation, furthermore avoiding losses from the system given that the power is generated at the point of consumption.

eléctrico equivalente REE¹ del 67% (valor medio anual esperado del 63%) y un rendimiento de cogeneración eficiente del 45% (valor mínimo exigido según la normativa aplicable de 5%).

Está tramitada bajo la LSPEE, con lo que, bajo la nueva reforma, es un proyecto legado. En base a las nuevas reglas derivadas de la Reforma Energética, calificará con un 30% de CELs (Certificados de Energías Limpias) sobre el total de energía generada, lo que significa que la decisión de realizar una planta con alta eficiencia de cogeneración, enfocando el proyecto a partir de la demanda térmica y superando con creces el mínimo normativo (la planta supera el mínimo exigido en 9 veces; 45% vs 5%) tiene una repercusión muy positiva, ya que la planta cumple con creces los valores exigidos del 5% de CELs en 2018 y del 15% previsto en 2024 (necesario para conseguir la meta de 35% de generación limpia).

Con este proyecto, Industrias Hule Galgo se dota de un sistema de autogeneración de energía eléctrica de alta eficiencia, que permite ahorrar costes, ser respetuosos con el medio ambiente y apoyar, en el más amplio de los sentidos, la ruta trazada por el país hacia una meta de sostenibilidad basada en energías limpias, mediante una solución tecnológica que permite reducir los costes de producción y mejorar la competitividad del producto en un entorno cada vez más globalizado. Se trata, además, de generación distribuida, que contribuye a la reducción de pérdidas en las redes, proporcionándoles estabilidad y aumentando la capacidad de suministro energético de la zona.

Modo de operación

En la situación normal de operación se encuentran en funcionamiento los grupos motogeneradores a gas, trabajando en paralelo con la red a plena carga. Los gases de escape de los motogeneradores se recuperan para el calentamiento del aceite térmico mediante dos intercambiadores gases-aceite, para suministrar la energía térmica necesaria en el proceso. Asimismo, el agua caliente de los circuitos de refrigeración de alta temperatura de los motogeneradores, mediante una máquina de absorción de simple efecto de bromuro de litio, se emplea para la generación de agua fría, también utilizada en el proceso de fabricación.

Se han mantenido las calderas de aceite térmico existentes en la fábrica, que actuarán como respaldo al sistema de cogeneración.

La capacidad eléctrica de la central permite el trabajo en isla, mejorando así la seguridad de suministro y evitando eventuales paros indeseados ajenos al programa de fabricación.

Configuración y equipos principales

Los equipos principales junto con los sistemas auxiliares (transformadores elevadores y de servicios auxiliares de la cogeneración, cuadros eléctricos de media y baja tensión y de control) se han ubicado en un nuevo edificio, específicamente destinado a la cogeneración. Estas instalaciones y equipamientos se han diseñado y construido teniendo en cuenta posibles ampliaciones de la fábrica que permitirían contar con mayor capacidad de cogeneración.

Grupos motogeneradores a gas

Los dos motogeneradores instalados son dos grupos (JMS620 de GE Jenbacher), que producen cada uno 2,73 MWe en el emplazamiento, utilizando gas natural como combustible, a una presión de 4 bar-g.



of CELs by 2018 and 15% forecast for 2024 (necessary to achieve the goal of 35% from clean generation).

Thanks to this project, Industrias Hule Galgo has equipped itself with a highly efficient self-generation system for electrical energy that will allow it to save costs, care for the environment and support, in the broadest sense, the road map drawn up by the country towards achieving a sustainability goal based on clean energy, through the application of a technological solution that reduces production costs and improves the competitiveness of the product in an increasingly global environment. Moreover, the solution involves distributed generation which helps reduce losses from the grids, providing them with stability and enhancing the energy supply capacity of the region.

Operating mode

In normal operating mode, the gas-powered gensets work in parallel with the grid at full load. Exhaust gases from the gensets are recovered to heat the thermal oil by means of two gas-to-liquid heat exchangers, supplying the thermal energy needed for the process. Similarly, the hot water from the high temperature cooling circuits of the gensets, via a single-effect lithium bromide absorption chiller, is used for cooling water generation, which is also used in the manufacturing process.

The existing heat recovery boilers in the factory have been maintained to act as a back-up to the CHP system.

The electrical output of the plant allows it to work off-grid, thereby improving the security of the supply and avoiding possible undesired stoppages that are unconnected to the manufacturing programme.

Configuration and main equipment

The main equipment together with the auxiliary systems (step-up transformers and auxiliary CHP services, medium- and low-voltage and control switchboards) have been located in a new building, specifically set aside for cogeneration. These installations and equipment have been designed and constructed taking into account possible extensions to the factory that will offer increased CHP capacity.

Gas-powered gensets

The two generators installed are gensets (JMS620 from GE Jenbacher) that produce 2.73 MWe each at the site, powered by natural gas, at a pressure of 4 bar-g.

Motogenerador de gas

Cada uno de los dos grupos consiste en un motor Otto de 4 tiempos, con turboalimentación de mezcla y refrigeración de la misma, sistema de encendido de elevado rendimiento y regulación electrónica para la formación de la mezcla y para el encendido de la antecámara. Cada motor a gas, a través de un acoplamiento elástico, acciona un alternador síncrono trifásico que opera a una tensión de generación de 4,16 kV y a una frecuencia de 60 Hz.

Generador de aceite térmico de recuperación

Los generadores de aceite térmico, del fabricante Aprovis, son los encargados de la recuperación térmica de los gases de escape de los motogeneradores (4,3 kg/s cada motogenerador), incrementando la temperatura del aceite térmico hasta la temperatura de consigna en los consumos del proceso (201 °C).

Si la demanda de aceite térmico es inferior a la capacidad de producción de la cogeneración, las válvulas de bypass regularán la entrada de gases a los recuperadores, enviando los gases de combustión a la atmósfera a través de las respectivas chimeneas; disminuyendo así la carga térmica del generador de aceite térmico. Esto permite la regulación del sistema térmico de manera independiente a la generación eléctrica. Si la demanda es superior a la que se puede producir sólo con la recuperación del calor de los gases, las calderas convencionales se arrancarán automáticamente con la consigna de temperatura del aceite térmico.

Máquina de absorción

El calor de los circuitos de refrigeración de los motogeneradores se aprovecha para la producción de frío en una máquina de absorción de simple efecto. Se ha instalado una máquina de absorción Carrier de bromuro de litio, (16LJ-53), con capacidad frigorífica de 1,586 kWf (451 TR), para generación de agua fría a 7 °C. Se cuenta con torre de refrigeración que permite la evacuación del calor generado en la producción de agua fría. La torre es también utilizada para evacuar el calor de camisas del motor no usado para generación de frío y del sistema de baja temperatura del mismo.

Sistema de equipos e interconexiones mecánicas

Este sistema está constituido por un conjunto de líneas de tuberías, conductos y equipos auxiliares que forman parte de los distintos circuitos de fluidos y que relacionan e interconectan los equipos principales entre ellos y con su entorno.

Sistema de aceite térmico. Tiene como misión la interconexión desde la salida de los generadores de aceite térmico de la planta de cogeneración hasta el cabezal de impulsión para la distribución a los circuitos de aceite térmico de fábrica existentes de cada una de las prensas. Asimismo, se incluyen los grupos de bombeo de aceite térmico y los aerorrefrigeradores.

Líneas de agua fría. Incluye los sistemas de conexión de agua fría desde la salida de la máquina de absorción hasta las bridas de un intercambiador de placas agua/agua de 1.600 kW de potencia, que enfría el sistema de agua en contacto con las bandas de rodamiento.

Sistema de refrigeración de motores. Tiene el propósito de evacuar el calor obtenido en los circuitos de refrigeración de los mo-

Gas-powered genset

Each genset consists of a 4-stroke Otto engine with mixture turbocharging and cooling, high performance start-up system and electronic regulation to form the mixture and fire up the pre-combustion chamber. By means of a flexible coupling, each genset activates a synchronous three-phase alternator that works at a generation voltage of 4.16 kV and at a frequency of 60 Hz.

Exhaust gas heat exchanger

The exhaust gas heat exchangers from the manufacturer Aprovis are responsible for the heat recovery of exhaust gases from the gensets (4.3 kg/s per genset), increasing the temperature of the thermal oil up to the set point temperature of the process inputs (201°C).

If thermal oil demand is lower than the CHP production capacity, the bypass valves regulate the entry of gases into the recovery units, sending the exhaust gases into the atmosphere via the respective chimneys and bringing down the thermal load of the heat exchanger. This allows the heat system to be independently regulated to the electricity generation. If demand is higher than that which could be produced only via the recovery of heat from the exhaust gases, the conventional boilers automatically start up with the temperature set point of the thermal oil.

Absorption chiller

The heat from the cooling circuits of the gensets is made use of for cooling production via a single-effect absorption chiller. A lithium bromide Carrier absorption chiller (16LJ-53) has been installed with a chiller capacity of 1,586 kWf (451 TR) to generate cold water at 7°C. It has a cooling tower that allows for the evacuation of the heat generated during cooling water production. The tower is also used to evacuate heat that is not being used to generate cooling from the engine sleeves and from its low temperature system.

Equipment and mechanical interconnection system

This system is made up of a combination of lines of pipes, conduits and auxiliary equipment that form part of the different fluids circuits and that link and connect with the main equipment and their environment.

Thermal oil system. Its role is to connect the output of the CHP plant's heat exchangers to the drive head for distribution to the factory's existing thermal oil circuits in each press. This system





also includes the thermal oil pump unit and dry coolers.

Cooling water lines. Include the cooling water connection systems from the absorption chiller outlet to the flanges of a plate exchanger with water at 1,600 kW output that cools the water system as it passes over the contact surface.

Engine cooling system. This aims to evacuate the heat obtained from the gensets' cooling circuits. It makes use of part of the heat to generate cooling for the processes and dissipates the excess heat into the atmosphere via a cooling tower.

togeneradores. Hace uso de una parte del mismo para generar frío para el proceso y disipa a la atmósfera el calor sobrante a través de una torre de refrigeración.

Sistema de aire comprimido. Entrega el aire necesario para el correcto funcionamiento de la instrumentación y de alguno de los equipos auxiliares de la central de cogeneración. Para ello, se utiliza el sistema de compresión de aire disponible en fábrica y se instala una nueva red de tuberías de aire para alimentar a cada uno de los consumos de la central.

Circuito de gases. Tiene el cometido de interconectar las salidas de gases de escape de motores con el nuevo generador de aceite térmico. Tras los motogeneradores, en el sentido de avance de los gases de escape hacia el recuperador de gases, se encuentran los siguientes equipos: silenciador y distribuidor de gases y chimeneas de by-pass para permitir la evacuación de gases a la atmósfera.

Sistema de aceite lubricante. Suministra el aceite de lubricación necesario para el funcionamiento de los motogeneradores y se encarga de la recogida del aceite usado. Para ello se realiza la instalación de las conexiones desde el tanque de almacenamiento de aceite hasta los puntos de consumo de los motogeneradores a gas mediante un circuito con bombeo forzado, además del punto de vaciado del cárter de cada motor hasta nuevo depósito de aceite usado. Evitando vertidos y contaminación.

Sistema de gas natural. Se encarga de suministrar el gas natural recibido de la compañía suministradora a los equipos consumidores de la central de cogeneración (motogeneradores), asegurando el contaje de este consumo, tanto para que la compañía distribuidora efectúe la facturación como también para su seguimiento interno.

Equipamiento eléctrico

Sistema eléctrico de AT, MT y transformadores

Interconecta los equipos generadores de electricidad con los consumos propios de cogeneración, así como con la distribución interior a fábrica de 23 kV y la red externa de CFE. El sistema consta de:

- Equipos asociados a los alternadores de los dos grupos motogeneradores a gas: transformadores de tensión, intensidad y puestas a tierra.
- Transformadores de potencia de los grupos motogeneradores de 3,5 MVA cada uno y relación de 4,16/23 kV.
- Transformador de servicios auxiliares de cogeneración. De 1,25 MVA y relación de 4,16/0,48 kV.

Compressed air system. Supply of the air required for the correct operation of the instrumentation and some of the auxiliary equipment of the CHP plant. For this, the compressed air system available in the factory is used and a new network of air pipes is installed to feed each of the plant's consumption units.

Gases circuit. Its job is to connect the exhaust gases outlets with the new heat exchanger. The following equipment is located after the gensets, in the direction the exhaust gases runs towards the gases exchanger: silencer, gases distributor and by-pass chimneys to allow the evacuation of gases into the atmosphere.

Lubricating oil system. Supplies the lubrication oil required for operating the gensets and is responsible for collecting used oil. For this connections are installed from the thermal oil storage tank to the consumption points of the gas-powered gensets by means of a forced pumping circuit in addition to a connection from the sump emptying point of each engine to the new used oil deposit. This avoids waste and pollution.

Natural gas system. This is responsible for supplying the natural gas received from the supply company to the consumption units of the CHP plant (gensets). It also ensures that this consumption is metered so that the utility company can issue its corresponding invoice as well as for internal monitoring purposes.

Electrical equipment

HV/MV electrical system and transformers

This system connects the electricity generating units with the CHP plant's consumption units, as well as with the factory's 23 kV internal distribution and the CFE's external grid. It is made up of:

- Equipment associated with the alternators of the two gas-powered gensets: voltage and intensity transformers and earthing.
- Genset power transformers of 3,5 MVA each and a ratio of 4.16/23 kV.
- Auxiliary CHP services transformer of 1.25 MVA and a ratio of 4.16/0.48 kV.
- New connection booths with the step-up transformers, the auxiliaries' transformer and the connection with the busbar system of the factory's actual electrical distribution system.
- Systems for protection, metering, regulation and synchronisation.

- Nuevas cabinas de conexión hacia los transformadores elevadores, el transformador de auxiliares y la conexión con el embarrado de distribución actual de la fábrica.
- Sistemas de protección, medida, regulación y sincronización.

Sistema eléctrico de BT

Tiene como finalidad el suministro eléctrico en baja tensión a los sistemas de la central que lo precisen, así como para alumbrado, alimentando tanto a 480 V como a 277 V. La potencia requerida en baja tensión se obtendrá del transformador de servicios auxiliares, conectado a la barra de generación de media tensión de los motogeneradores, ya que estos autoconsumos deben provenir de la generación propia de la central. Desde este punto se alimenta un cuadro general de distribución en baja tensión para los consumos de la cogeneración. Este sistema permite el funcionamiento de la central. Consta de:

- Cuadro general de distribución en baja tensión.
- Centro de control de motores auxiliar.
- Sistema de alimentación ininterrumpida.
- Instalación de alumbrado y tomas de corriente.
- Cableado de potencia y control.

Sistema de control SCADA

Para el control de la central de cogeneración, se cuenta con los siguientes elementos implantados integrados y programados por la empresa SIGE:

- Tanto los nuevos motogeneradores a gas, las calderas de aceite térmico y la máquina de absorción de simple efecto disponen de su propio sistema de control, operación y supervisión, basado en PLC, con estación HMI asociada.
- Para gestionar el resto de sistemas de ampliación de la planta de cogeneración se ha instalado un nuevo sistema SCADA de control central, basado en PLC y en estación de operación, adquisición de datos y supervisión.
- Sistema de Adquisición de Datos y Supervisión (SAD), que permite la captación de señales analógicas y digitales de los PLC's de los sistemas de control, de modo que es posible la supervisión de la planta en su totalidad en tiempo real y en forma de históricos (almacenamiento de información, cálculos de prestaciones, generación de informes de explotación, etc.).

Un sistema complejo pero necesario: aunque cada equipo cuenta con su propio sistema de control, la central debe gobernarse como un todo, buscando en cada momento la eficiencia, fiabilidad y seguridad, de manera automática y segura para todos los elementos y personas. Adicionalmente, se cuenta con un sistema de visualización de la central con todos los parámetros operativos, consignas, alarmas, etc. y el registro de los parámetros fundamentales de la central que permiten extraer los resultados de explotación.

En conclusion un proyecto a medida desarrollado, con las mejores practicas, enfocado en la eficiencia, la sostenibilidad y la fiabilidad; valores que garantizan una energia auto-producida económica, limpia y continua, que permite la competitividad y el respeto al medio ambiente.



LV electrical system

Its purpose is the low-voltage electricity supply to those plant systems that need it, as well as for lighting, supplying power at both 480 V and at 277 V. The required low-voltage output will be obtained from the auxiliary services transformer, connected to the medium-voltage generation busbar of the gensets, as this self-consumption should come from the

plant's own generation capacity. From this point, a general distribution switchboard receives a low-voltage supply for CHP consumption. This low-voltage system allows the plant to operate and comprises:

- Low-voltage general distribution switchboard.
- Auxiliary engine control centres.
- Uninterrupted power system.
- Installation of lighting and power outlets.
- Power and control cabling.



SCADA control system

To control the CHP plant, the following components have been integrated and programmed by the company SIGE:

- The new gas-powered gensets, the exhaust gas heat exchangers and the single-effect absorption chiller come with their own PLC-based control, operation and supervision system, with an associated HMI station.
- To manage the rest of the CHP plant extension systems, a new PLC-based central control SCADA System has been installed, with an operation, data acquisition and monitoring station.
- Supervision and Acquisition of Data (SAD) System, that is able to capture analogue and digital signals from the PLCs of the control systems, making it possible to supervise the entire plant in real time and observe historical data (information storage, performance calculations, the creation of operating reports, etc.).

A complex but necessary system: although every unit has its own control system, the plant has to be able to manage itself as a single entity, always aiming to safely and automatically achieve efficiency, reliability and security for every component and individual. In addition, it is equipped with a visual display system for the plant showing all the operational parameters, set points, alarms, etc., recording all the essential parameters of the plant and allowing the extrapolation of operational results.

In conclusion, this custom-made project has been implemented by applying the best practices and focusing on efficiency, sustainability and reliability; values that guarantee an economic, clean and continuous self-produced power supply, resulting in competitiveness and respect for the environment.

**Ricard Vila
Cristina Martí**

AESA