

E.T.S. de Ingeniería Industrial, Informática y de  
Telecomunicación

# Implantación De Sistema De Trazabilidad Mediante Herramientas Electrónicas



Grado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Trabajo Fin de Grado

Mario Aguado Ullate

Alfredo Ursua Rubio

Pamplona, 25 de Junio del 2015

## AGRADECIMIENTOS

---

Agradecer la atención y disponibilidad de mi tutor de la Universidad Pública de Navarra Alfredo Ursua Rubio, quien ha supervisado y guiado la elaboración de este documento, aportando también consejos desde su experiencia.

Mis agradecimientos a Volkswagen Navarra por sus aportaciones, destacar en concreto a mi tutor de empresa Jesús Solano Sevilla, quien me ha facilitado detalladamente todos los conocimientos necesarios acerca de la empresa, pares de apriete, herramientas y consejos que me han ayudado a enfocar aspectos del presente documento.

Sin olvidarme de dar las gracias al que fue mi profesor de comunicaciones industriales Ignacio del Villar Fernández, quien me ha facilitado información acerca de las comunicaciones industriales.

## **RESUMEN Y PALABRAS CLAVE**

---

### **EXECUTIVE SUMMARY**

The purpose of this final degree project is the study and the analysis of the introduction of a traceability system of electronic tools in the reworks of screw connections. The system is based exclusively in the screw connections that provide quality and security to the car. Moreover, this innovative system supplies the company with information that can be used in order to improve the processes and materials used.

The project arises approximately in February of 2015 as an idea to improve the security of the assembly process of the car by means of screw connections. Even though the process is in a continuous improvement, this paper includes information and modifications produced during the period between March and June of 2015.

The future intention of this traceability system is to implement it in every screw connection point inside Volkswagen Navarra and exported to the rest of the companies inside Volkswagen Group.

#### **KEY WORDS**

Volkswagen Navarra, Traceability of electronic tools, Screw connections, Reworks, Traceability in reworks.

### **RESUMEN EJECUTIVO**

El objetivo de este trabajo de fin de grado es el estudio y el análisis de la implantación de un sistema de trazabilidad de herramientas electrónicas en el retrabajo de uniones atornilladas. Este sistema se centra exclusivamente en las uniones atornilladas que aportan seguridad y calidad al coche. Además, este sistema innovador proporciona información a la empresa que utiliza para la mejora de procesos y materiales.

El proyecto nace aproximadamente en Febrero de 2015 como una idea para mejorar la seguridad en el proceso de montaje del coche mediante uniones atornilladas. Aunque el proyecto sigue en continua mejora, el actual documento recoge información y modificaciones producidas durante el periodo de tiempo entre Marzo y Junio de 2015.

La intención del sistema de trazabilidad es que en el futuro el sistema se implante en el resto de la empresa y a largo plazo exportarlo a otras compañías dentro del grupo Volkswagen.

#### **PALABRAS CLAVE**

Volkswagen Navarra, Trazabilidad de herramientas electrónicas, Uniones atornilladas, Retrabajos, Trazabilidad en retrabajo.

**INDICE**

<b>1. INTRODUCCION Y OBJETIVOS DEL PROYECTO .....</b>	<b>5</b>
1.1. Introducción.....	5
1.2. Objetivos.....	6
<b>2. PROCESO PRODUCTIVO DE VOLKSWAGEN NAVARRA S.A, ANTECEDENTES Y NECESIDAD DEL PROYECTO .....</b>	<b>7</b>
2.1. Proceso de producción .....	7
2.2. Nave de montaje.....	11
<b>3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LAS UNIONES ATORNILLADAS .....</b>	<b>16</b>
3.1. Fundamentos teóricos .....	16
3.2. Gráfica “par” frente “recorrido de ángulo” en una unión atornillada ideal.....	18
3.3. Uniones atornilladas en Volkswagen Navarra S.A.....	19
<b>4. HERRAMIENTAS.....</b>	<b>22</b>
4.1. Introducción.....	22
4.2. Herramienta de línea .....	22
4.3. Herramienta de retrabajo.....	23
<b>5. COMUNICACIONES .....</b>	<b>28</b>
5.1. Introducción.....	28
5.2. Comunicación en línea.....	32
5.3. Comunicación en el retrabajo.....	38
5.3.1. Funcionamiento .....	38
5.3.2. Funcionamiento de la instalación .....	40
5.3.3. Visualizaciones .....	48
5.3.4. Formación.....	50
<b>6. CONCLUSIONES .....</b>	<b>53</b>

<b>7. LINEAS FUTURAS .....</b>	<b>54</b>
7.1 Corto plazo .....	54
7.2 Medio plazo .....	55
7.3 Largo plazo .....	56
<b>8. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>57</b>
<b>ANEXO 1 – DICCIONARIO TÉCNICO .....</b>	<b>59</b>
<b>ANEXO 2 – FORMACIÓN .....</b>	<b>60</b>
<b>ANEXO 3 – CONTROL DE INCIDENCIAS.....</b>	<b>61</b>

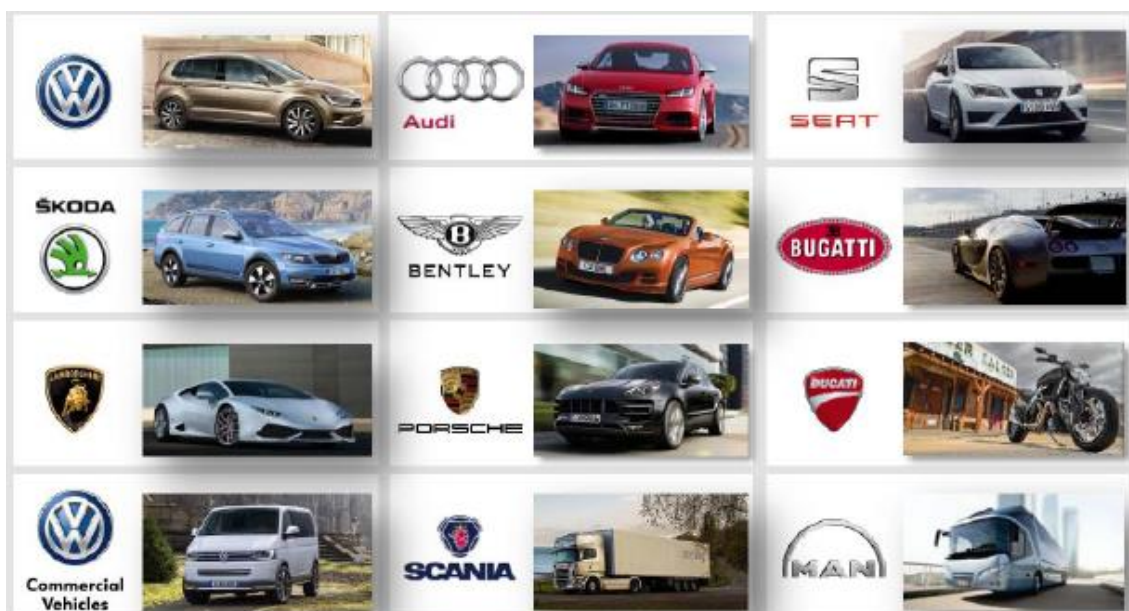
## 1. INTRODUCCION Y OBJETIVOS DEL PROYECTO

### 1.1. Introducción

Volkswagen Navarra es una compañía del sector automovilístico que se encarga del montaje del modelo de coche Volkswagen "Polo". La empresa pertenece a la marca Volkswagen, la cual a su vez, es una de las marcas que abarca el grupo Volkswagen.

Este grupo, con sede en Wolfsburg, es en la actualidad la compañía líder del mercado europeo al ser el mayor fabricante de automóviles de Europa. Además, es uno de los productores líderes mundial de la industria automovilística.

Dentro de este grupo se producen las siguientes marcas:



[Figura 1: Marcas contenidas en el grupo Volkswagen]

Los principales objetivos dentro de la estrategia del grupo Volkswagen son; la fabricación de vehículos atractivos, seguros y respetuosos con el medio ambiente.

Acorde con la estrategia del Grupo Volkswagen, Volkswagen Navarra está trabajando en la implementación de la estrategia Mach18 Factory. Esta estrategia tiene entre sus objetivos principales el desarrollo de tecnologías e innovaciones inteligentes para poder llegar a ser el líder mundial en cuanto a satisfacción de clientes.

De acuerdo con este plan estratégico Volkswagen Navarra a Febrero de 2015 aprobó la implantación de un sistema de trazabilidad en el retrabajo de uniones atornilladas que consiste en generar y registrar información en la reparación mediante herramientas electrónicas. La ubicación de este nuevo sistema se encuentra dentro de la nave de montaje en una zona destinada a reparaciones llamada tacto de retoque, zona de retrabajo, G.R.C. o PAC.

La implantación de un nuevo sistema debe garantizar que no perjudique al funcionamiento normal (antes de su instalación), que funcione correctamente y que los diferentes componentes que lo componen trabajen bien en conjunto. Además se debe dotar al operario de una buena formación así como de información visual en la zona de trabajo.

La aportación de información en los retrabajos (reparaciones que en el caso del presente documento se referirán a reparaciones de uniones atornilladas) proporciona seguridad y calidad en el proceso de montaje de los coches y como consecuencia satisfacción del cliente y beneficios económicos provocados por la reducción de reclamaciones.

## **1.2. Objetivos**

---

Principal: Implantación y desarrollo de un sistema capaz de generar trazabilidad en el retrabajo del operario. El sistema tiene que ser capaz de registrar los nuevos datos de la herramienta para guardarlos en el producto.

Secundarios:

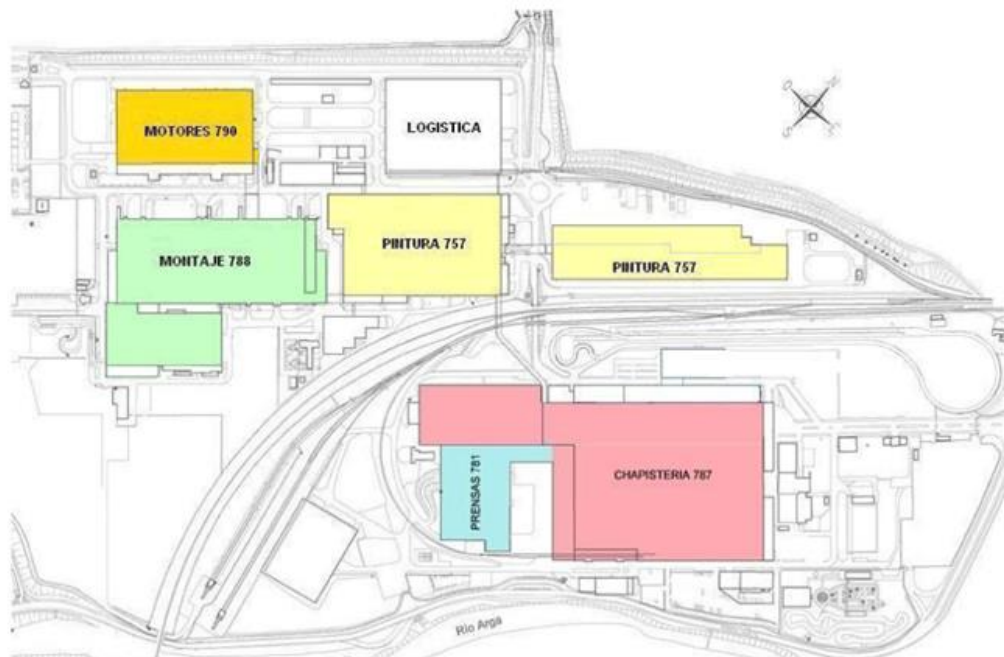
- Disminución de la carga de trabajo en el puesto de retrabajo
  - Sistema de afloje automático en línea después de un status ALTO.
  - Mejora de la herramienta.
  - Visualización.
- Integración de los operarios en la mejora de los procesos productivos.
- Aseguramiento de sistemas de posicionamiento y asignación de datos de vehículos en línea.
- Puesta en marcha de sistema específico de formación para operarios.

## 2. PROCESO PRODUCTIVO DE VOLKSWAGEN NAVARRA S.A, ANTECEDENTES Y NECESIDAD DEL PROYECTO

### 2.1. Proceso de producción

#### Introducción

Volkswagen Navarra es una empresa que fabrica el chasis, carrocería, pintado y montaje del coche. Se divide en 5 talleres: prensas, chapistería, pintura, motores, montaje. Y además posee una nave dedicada únicamente a logística (ver Figura 2).



[Figura 2: Planta de Volkswagen Navarra S.A.]

#### Logística

Es un medio para la fabricación del coche, cuya principal función es la distribución de materiales, piezas, componentes, conjuntos entre otras cosas. En Volkswagen Navarra existen tres tipos de logística: Logística general, interna, JIT.

Logística general: Se encarga de distribuir las piezas, materiales... que descargan en la nave de logística a los correspondientes talleres.

Logística JIT: Son empresas externas que suministran conjuntos (fabrican las piezas por separado para su posterior montaje para transportarlas montadas) al taller correspondiente (ver figura 3).

Logística interna: Cada taller tiene su propia logística interna y se encarga de distribuir las piezas, material, conjuntos y componentes que corresponda en cada puesto de trabajo.

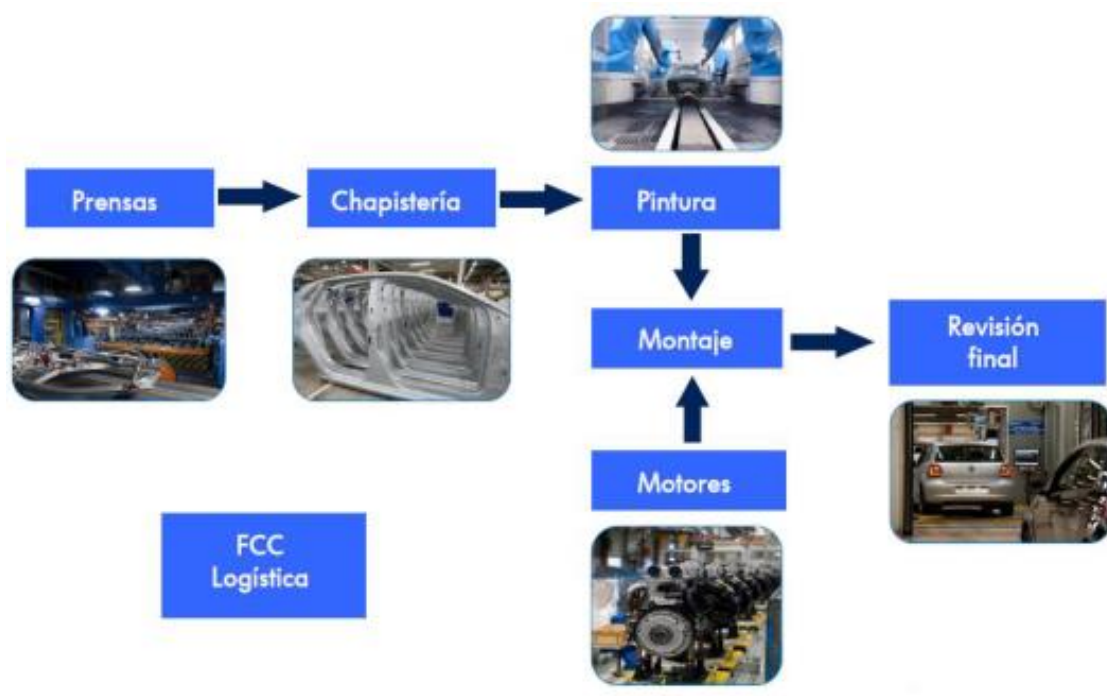




[Figura 3: Ejemplos de conjuntos JIT]

Talleres

En los talleres se realizan diferentes partes del coche y todos ellos forman el proceso productivo de la empresa.



[Figura 4: Proceso productivo de Volkswagen Navarra S.A.]

El comienzo del proceso de fabricación del coche sucede en el taller de prensa donde se realiza la estampación de las piezas más voluminosas de la carrocería. La materia prima son desarrollos de chapa suministrados por un proveedor externo ya cortados que son entregados en la nave de logística.

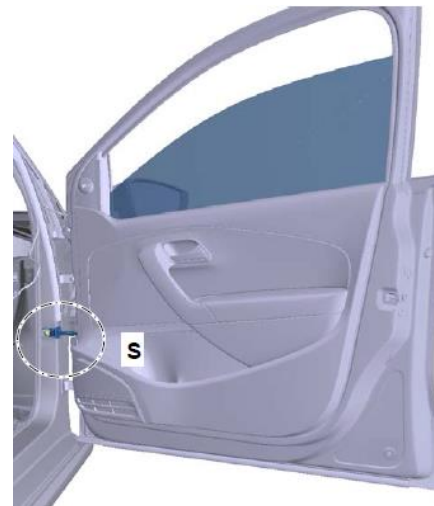
En el taller de chapa se unen las diferentes piezas de chapa procedentes de prensas con el objetivo final de obtener la carrocería del coche. Es un taller caracterizado por la gran cantidad de instalaciones de robot que posee, es por ello que se visualiza como un taller con un alto grado de automatización. La principal función de Los robots es manipular, soldar y aplicar masillas.

En pintura se le aplican a la carrocería una serie de tratamientos para evitar el deterioro de la chapa y posterior a estos tratamientos se le aplica pintura.

El taller de motores posee todos los medios necesarios para montar todo el conjunto motor (Triebatz) que se compone principalmente de la suspensión anterior, subchasis, escape anterior (delantero), caja de cambios y motor. Además se encuentran en esta nave las líneas de puertas donde se adhieren a la estructura los componentes que correspondan en cada caso. Realizan el proceso de montaje correspondiente para pasar de la figura [5] a la figura [6].

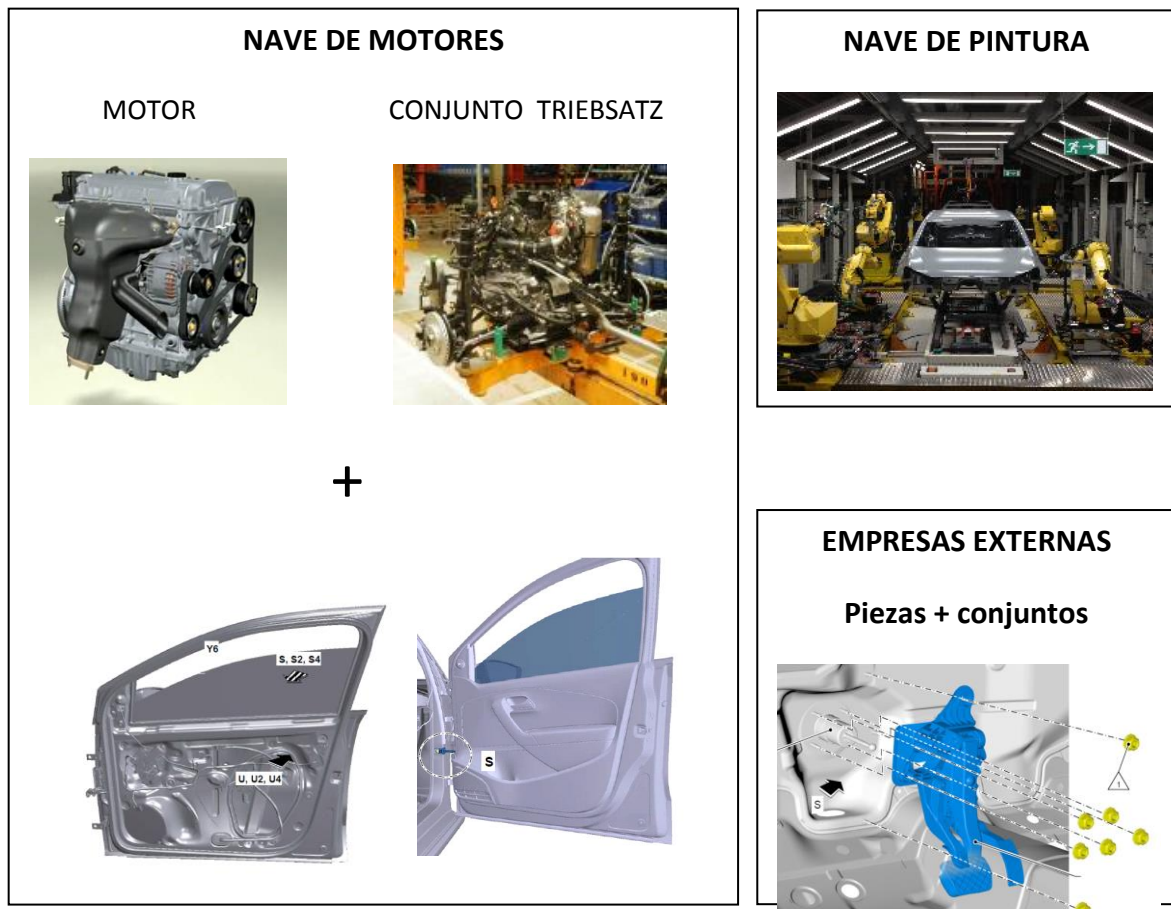


[Figura 5: Estructura metálica de la puerta]



[Figura 6: Estructura con revestimiento y acoplamientos]

La nave de montaje la podríamos ver de forma general como una caja negra en la que entran una serie de partes del coche procedentes de diferentes talleres y piezas que suministra logística interna en los diferentes puestos (ver Figura 7). Y de dónde sale el producto final (ver Figura 8).



[Figura 7: Conjuntos y piezas suministrados a la nave de montaje]



[Figura 8: Producto final de Volkswagen Navarra S.A.]

## 2.2. Nave de montaje

### Aspectos generales

La nave de montaje está formada por la instalación Fahrwerk y por 4 tramos principalmente.

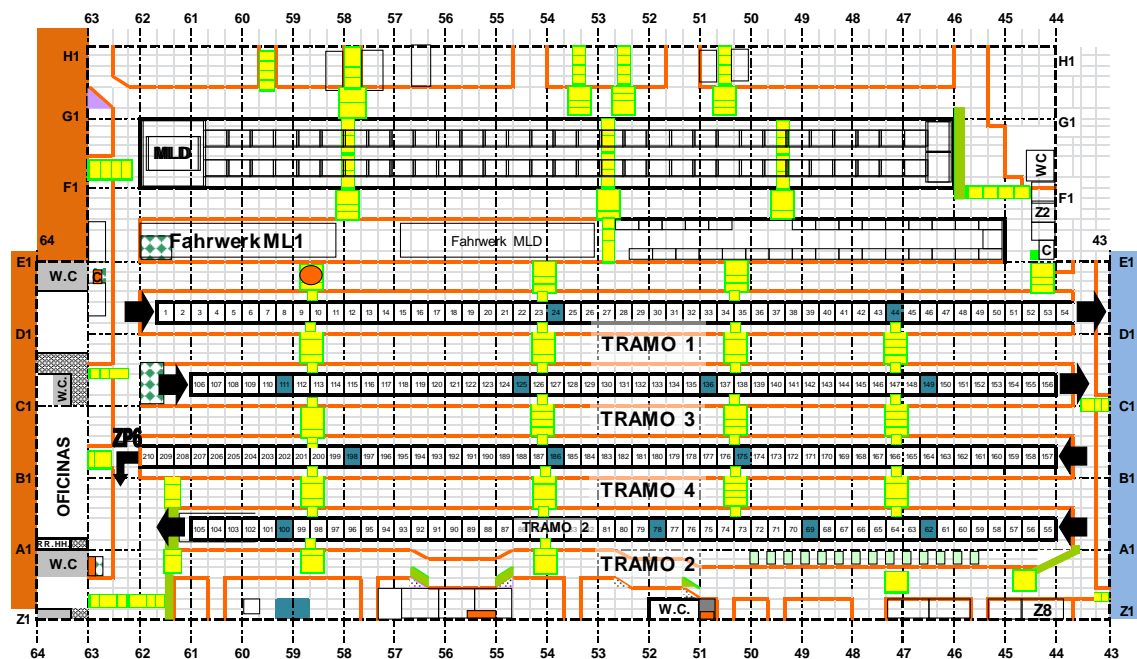
La instalación Fahrwerk se encarga de unir con uniones atornilladas automáticas el conjunto Triebatz, eje posterior, silencioso posterior (Escape posterior), depósito de combustible, protectores de calor y el chasis.

Por otra parte los tramos están divididos en tactos. Como se observa en la figura 9 hay definidos 210 que se identifican como cuadrados. En cada tacto puede haber una persona o más (normalmente más de 1 persona). Y se diferencian dos tipos: tacto de línea (color blanco) o tacto de retoque, G.R.C., PAC... (Color azul)

El conjunto de piezas tanto exteriores e interiores elegidas por el cliente para cada uno de los polos, se acoplan por operarios situados en diferentes puntos de estos tramos.

Se distinguen dos tipos de operarios según sus funciones en uniones atornilladas: operario de línea (designado en el tacto de línea) y operario de retrabajo (designado en el tacto de retoque, G.R.C., PAC...).

El operario de línea es la persona asignada en un tacto concreto a realizar por primera vez una operación en el coche. Si alguna de las operaciones se realiza mal, será reparada en un tacto situado posteriormente al de línea por el operario de retrabajo (ver Figura 9).



[Figura 9: Planta de la nave de montaje]

El recorrido del “coche” por las diferentes instalaciones es en el siguiente orden: Tramo 1, Tramo 2, instalación Fahrwerk, Tramo 3, Tramo 4.

Para comunicar los tramos y Fahrwerk existe una planta superior por la que los coches se van moviendo. De manera que en el momento que un coche deja el Fahrwerk o el tramo, empieza a ascender hasta cambiar de nivel.

El recorrido por los tramos y Fahrwerk el coche va suspendido en el aire utilizando un soporte rígido denominado “pulpo” y en constante movimiento (ver Figura 10).



[Figura 10: Imagen tomada a un coche en uno de los tactos que define el tramo]

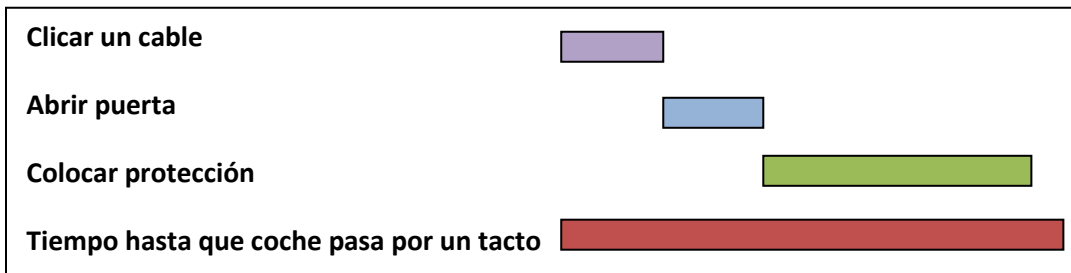
### Carga de trabajo

Es necesario explicar en qué consiste una “carga de trabajo” para entender la velocidad de montaje con la que trabajan los operarios. Y de ahí la importancia de implantar un sistema pensando también en reducir las cargas de trabajo lo máximo posible.

A cada operación en el montaje de un coche se le asigna un tiempo de coste de realización. A su vez el paso de un coche por un tacto es un tiempo determinado mayor que la operación más costosa.

La carga de trabajo es la cantidad de operaciones que se le asigna a un operario que queda limitada porque la suma del tiempo de las operaciones asignadas tiene que ser menor que el tiempo que le cuesta pasar un coche por un tacto (ver Figura 11).

$$T_{\text{Clickar un cable}} + T_{\text{Abrir puerta}} + T_{\text{Colocar protección}} < T_{\text{Total de coche en un tacto}}$$



[Figura 11: carga de trabajo]

### Herramientas

Existen operaciones en la línea que no es necesario el uso de herramienta como por ejemplo: Clicar un cable, abrir puerta, colocar protección, etc... y también existen otras operaciones en las que se necesitan herramientas.

Dentro de estas operaciones con herramientas están incluidas desde el manipulador que maneja el operario para poner una puerta hasta herramientas para uniones atornilladas que pueden ser eléctricas, neumáticas y electrónicas.

La elección de una herramienta de un tipo u otro para uniones atornilladas va en función de la importancia que tiene para la empresa.

Entre las uniones atornilladas consideradas como importantes están las que puedan generar riesgos a la salud de la persona (unión atornillada del cinturón de seguridad), puedan producir la parada del coche (unión atornillada de las masas) y también uniones atornilladas con riesgo de reclamaciones.

Estas uniones atornilladas se elaboran con herramientas electrónicas porque nos generan trazabilidad. Es decir nos otorgan información sobre el "apriete" realizado.

Este tipo de uniones atornilladas son las que llevan asociadas una reparación por parte del operario de retrabajo en caso de que el operario de línea la realice mal.

### Antecedentes y necesidad del proyecto

La información es un aspecto muy importante en el "apriete". Proporciona seguridad y calidad, además abre un abanico de posibilidades tanto en el análisis como en la actuación. Por ejemplo en el análisis de casos concretos, estadísticas para ajustes de parámetros, estudio de anomalías en el proceso de producción, etc...

Esta información se registra en el servidor de pares de apriete (tiene una capacidad para aproximadamente 5 semanas) y en F.I.S. (Fertigungs Informations und steuerungs System) que su traducción al castellano viene a ser Sistema de Control y de Información de la Fabricación. Esta base de datos perdura más tiempo y contiene toda la información de cada coche, entre esta información se encuentran las uniones atornilladas generadas.

El sistema que existía antes de añadirle trazabilidad en el retrabajo, permitía registrar las uniones atornilladas producidas en el montaje del coche, que para los casos en los que las uniones estaban bien hechas, la información que se generaba era suficiente (ver figura 12).



[Se puede distinguir si un apriete está realizado en línea o en el G.R.C. si la pestaña desplegada en la columna “tipo Op.” Pone atornillado (línea) o “retrabajo” (G.R.C.)]

PAC	Código	Descripción Operación	Nº Ap.	Combinación PRs	Tipo Op.	Resultado		
21	1212	Cint. Ant. Dcho. Allen	1	#0A1*(#3QT+#4QV+#4QU)	ATORNILLADO	NO NECESARIO		
21	1213	Cint. Ant. Dcho. Inferior	1	(#3QT+#4QV+#4QU)*#0A2	ATORNILLADO	OK		
21	1222	Cint. Ant. Izdo. Allen	1	#0A1*(#3QT+#4QV+#4QU)	ATORNILLADO	NO NECESARIO		
21	1223	Cint. Ant. Izdo. Inferior	1	(#3QT+#4QV+#4QU)*#0A2	ATORNILLADO	OK		
21	1311	Cinturon posterior inferior dcho	1	-#3ZA*#0A2	ATORNILLADO	OK		
21	1322	Cinturon posterior inferior izdo	1	-#3ZA*#0A2	ATORNILLADO	OK		
Id. Ap.	Fecha	Par	Ángulo	Resultado	Tipo Error	Atomillador	Nº Tarjeta	Tightening Id
1	20150608110932	40,31	72	OK		9		5668
21	3121	Soporte Caja Cambios	3	-#D60		ATORNILLADO	OK	

[Figura 12: Información sacada del servidor de pares de apriete.]

Si analizamos el dato las conclusiones son que para la operación cinturón posterior inferior izquierdo que se compone de un tornillo, se ha registrado un dato con el color verde (indica que está bien) y además nos ofrece valores de par y ángulo (más adelante se verá su significado). Información suficiente para concluir que la operación cinturón posterior inferior izquierdo está en perfectas condiciones.

El problema aparece en el momento que se produce una reparación de alguna unión o directamente el operario de línea por algún motivo no hace una operación. Cuando se produce esta situación se pierde la trazabilidad y no se dispone de información suficiente. (ver Figura 13).

PAC	Código	Descripción Operación	Nº Ap.	Combinación PRs	Tipo Op.	Resultado		
21	1212	Cint. Ant. Dcho. Allen	1	#0A1*(#3QT+#4QV+#4QU)	ATORNILLADO	NO NECESARIO		
21	1213	Cint. Ant. Dcho. Inferior	1	(#3QT+#4QV+#4QU)*#0A2	ATORNILLADO	OK		
21	1222	Cint. Ant. Izdo. Allen	1	#0A1*(#3QT+#4QV+#4QU)	ATORNILLADO	NO NECESARIO		
21	1223	Cint. Ant. Izdo. Inferior	1	(#3QT+#4QV+#4QU)*#0A2	ATORNILLADO	SIN DATOS		
21	1223	Cint. Ant. Izdo. Inferior	1	#3QT+#4QV+#4QU	RETRABAJO	OK		
Id. Ap.	Fecha	Par	Ángulo	Resultado	Tipo Error	Atomillador	Nº Tarjeta	Tightening Id
1	20150608090357			INEX		-1		0
21	1311	Cinturon posterior inferior dcho	1	-#3ZA*#0A2		ATORNILLADO	OK	
21	1322	Cinturon posterior inferior izdo	1	-#3ZA*#0A2		ATORNILLADO	OK	
21	3121	Soporte Caja Cambios	3	-#D60		ATORNILLADO	OK	

[Figura 13: Información real sacada del servidor de pares de apriete]

Por ejemplo, la figura anterior es un caso en el que la operación de color rojo es una operación que se compone de una unión atornillada (marca la columna nº Ap.) y viene con resultado sin datos, es decir falta toda la información de la operación.

Con este sistema el operario de retrabajo lo repara (fila de color azul), pero como para indicar al servidor que lo ha realizado únicamente tiene que pulsar un botón, el dato que genera es el de color negro que representa no tenemos dato. Además de indicar el estado, el color negro





### 3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LAS UNIONES ATORNILLADAS

#### 3.1. Fundamentos teóricos

Se habla de unión atornillada al conjunto formado por piezas o elementos a unir, tornillo, tuerca o en su defecto taladro roscado.

Entre las ventajas que pueden indicarse de las uniones atornilladas son la posibilidad de montaje y desmontaje otorgando rigidez a la unión. Es por ello que la mayoría de componentes que se adhieren al coche utilizan este método.



[Figura 15: Unión atornillada por unión tornillo – tuerca]

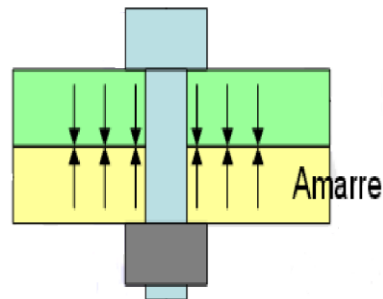


[Figura 16: Unión atornillada por tornillo – taladro roscado]

La forma habitual de unión consiste por un lado utilizando el tornillo como elemento de fijación una rosca que puede ser una tuerca o directamente en un orificio roscado en uno de los componentes.

A la hora de realizar un “apriete” se debe tener en cuenta para qué tipo de junta se va a aplicar ya que en función del tipo que sea, su comportamiento será diferente.

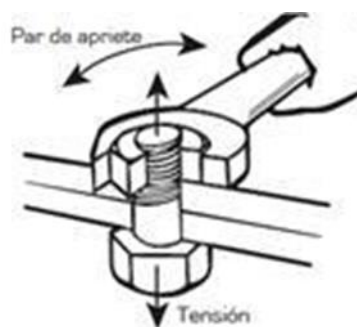
Si la junta es rígida como puede ser la unión de componentes metálicos planos, la fuerza de amarre se conseguirá con un ángulo de “apriete” casi nulo tras haber pasado el nivel de asentamiento (1 etapa de apriete).



[Figura 17: Fuerza de amarre]

Fuerza de amarre es una fuerza interna provocada por la fricción de las piezas unidas, consecuencia del aplastamiento de una pieza con la otra. Para garantizar una buena unión se realizan estudios para conseguir la fuerza de amarre que corresponde. Esta fuerza de amarre determinada se da para un valor de par y ángulo determinado.

Mientras que si es elástica como ocurre con empaquetaduras (sirve para sellar la unión) o arandelas elásticas, necesitan un ángulo mayor desde el asentamiento. Este tipo de juntas sufre una relajación después del apriete considerable, por lo que una de las soluciones es apretar en dos etapas.

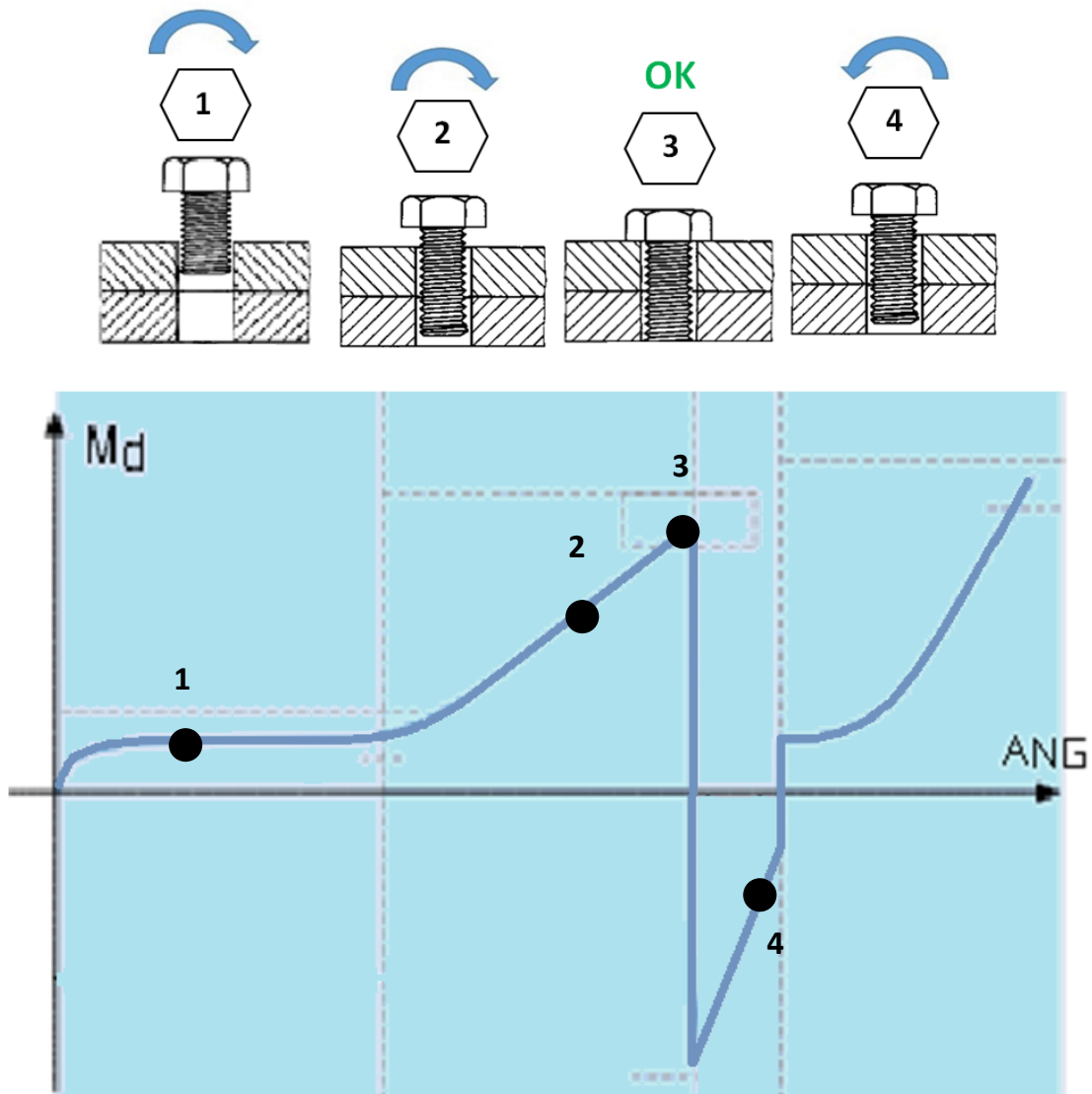


[Figura 18: Refleja el par de apriete]

### 3.2. Gráfica “par” frente “recorrido de ángulo” en una unión atornillada ideal

El proceso de análisis se va a realizar con el tornillo inicialmente totalmente fuera de la rosca que correspondería en la gráfica al instante de par = 0, recorrido de ángulo = 0.

Recorrido de ángulo es la distancia que recorre el tornillo (avance del tornillo). Se calcula multiplicando vueltas o filamentos que introducimos por 360º.



[Figura 19: Proceso de atornillado y afloje de una unión atornillada ideal]

Inicialmente como el tornillo entra sin mucha fricción genera poco valor de par (1) para una variación considerable en el recorrido de ángulo. Sin embargo a partir de unas vueltas la fricción aumenta para una velocidad de entrada del tornillo constante con respecto el caso

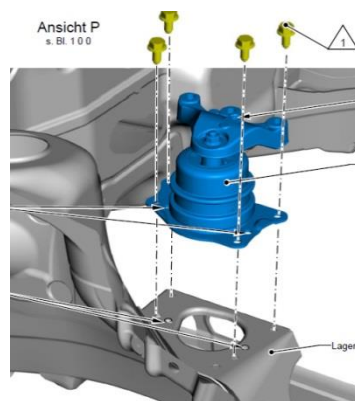
anterior. Esto genera una pendiente mayor (2), hasta llegar al asentamiento de la cabeza del tornillo (3).

El afloje sin embargo se produce con una pendiente mucho mayor porque en cuanto se rompe la fuerza de amarre (en 1 o 2 vueltas aproximadamente) prácticamente se pierde todo el par (4).

### 3.3. Uniones atornilladas en Volkswagen Navarra S.A.

En Volkswagen Navarra las uniones atornilladas definen una serie de operaciones. Pueden quedar definidas con una, dos, tres o más uniones.

Son por ejemplo operaciones de montaje la unión del volante con la caña que transmite el movimiento giratorio a la dirección (1 unión atornillada), asiento delantero derecho (4 uniones atornilladas), soporte motor (4 uniones atornilladas), etc...

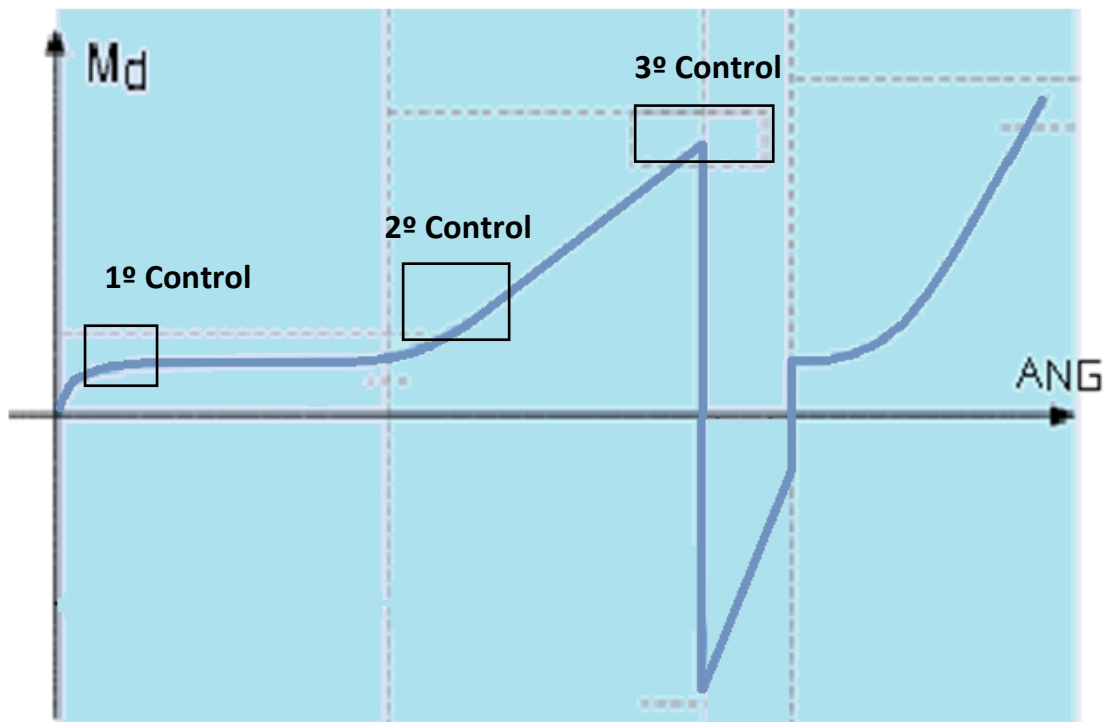


[Figura 20: operación soporte motor que consta de 4 uniones atornilladas]

Desde Alemania establecen todos los datos técnicos relacionados con el montaje del coche. Dentro de estos datos técnico se encuentran el tornillo que se debe utilizar para cada una de las operaciones y también los parámetros de par, ángulo o las dos cosas (dependiendo de la operación), que se debe aplicar al tornillo para garantizar la seguridad y calidad que exige la unión. En otras palabras los parámetros que debe aplicar la máquina sobre el tornillo.

Lo que no está establecido es el control que se debe seguir durante el proceso de atornillado, ya que dependiendo de la herramienta a utilizar, el factor persona y otros factores que intervienen, no es predecible ni par, ni recorrido de ángulo siendo ambos necesarios para considerar que el “apriete” es correcto.

En Volkswagen Navarra S.A. se establecen límites de “par y recorrido de ángulo” en diferentes etapas para el control del proceso de atornillado. (La realidad no es como la figura 21, pero podemos entenderlo de esta forma).



[Figura 21: Control teórico por etapas del proceso de atornillado]

Estas etapas que configuramos hacen la función de chequeo. Es decir si configuramos un control por tres etapas significa que en tiempo real, mientras realizamos el apriete va realizando comprobaciones de par y ángulo en las etapas que hemos configurado.

En estas etapas se configura por ejemplo: Para un par determinada el tornillo debe de haber girado un recorrido de ángulo entre dos valores, que no se empiece a contar recorrido hasta que no se alcance un par, etc...

Si cualquiera de las etapas no se cumple generara un status (estado) de malo y automáticamente, la máquina realiza una parada aunque esta no haya terminado de girar. El objetivo de la parada es no dañar las roscas de la tuerca o del tornillo.

La unión atornillada recibe un status y color que representa el estado de la unión.

Este status depende de si el proceso de atornillado en el momento de chequeo tiene unos parámetros por encima o por debajo, entre los límites establecidos de par y recorrido de ángulo.

Si los parámetros están por debajo de los márgenes establecidos recibe el status de "BAJO" y color amarillo.

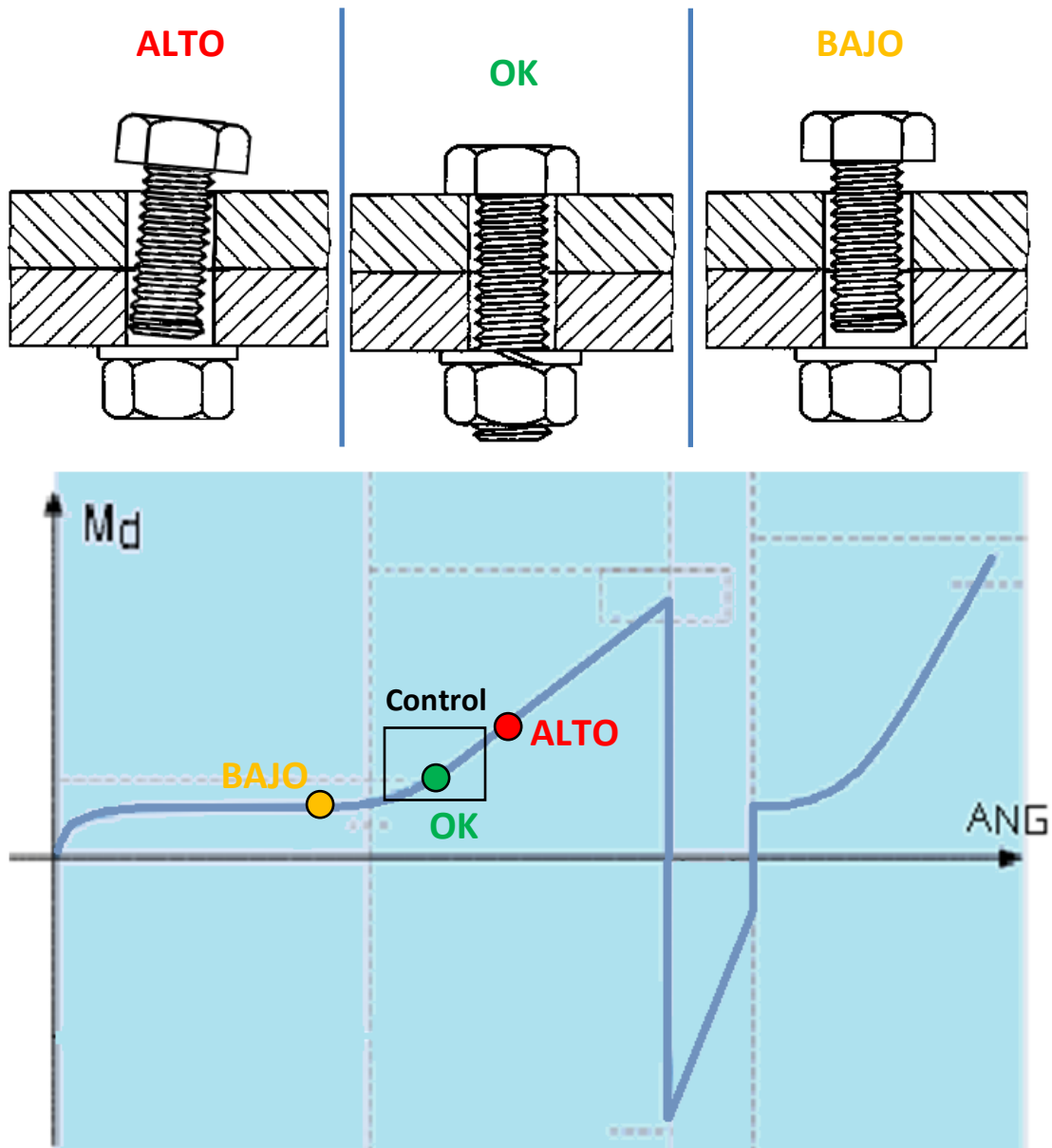
Parámetros por encima de los márgenes establecidos recibe status de "ALTO" y color rojo.

Parámetros dentro de los márgenes establecidos recibe el status de "OK" y color verde.

Y por último si no existe unión atornillada se le asigna el status de "sin datos" y color blanco.

Estos status otorga información rápidamente de lo que ha pasado en el apriete. Complementada con los datos de par y ángulo que aparecen en las trazas le dice al operario como le viene el apriete y lo que tendrá que hacer para repararlo.

Casos de status en diferentes uniones atornilladas:



[Figura 22: representación de las uniones atornilladas asociadas a colores]

## 4. HERRAMIENTAS

---

### 4.1. Introducción

---

Descripción de herramientas cuya finalidad es la de realizar uniones atornilladas registrando la trazabilidad. Estas herramientas tiene la peculiaridad de poder ser configuradas acorde a nuestras necesidades y normativas.

Son necesarias para cumplir las normativas e instrucciones de seguridad de uniones atornilladas del grupo Volkswagen.

Se pueden clasificar las herramientas en dos tipos según su utilización. Como podremos ver más adelante, disponemos de herramienta específica para las uniones en línea y herramienta para los retrabajos en línea o fuera de ella.

Aunque el actual proyecto se centra en las herramientas para retrabajar uniones atornilladas (áreas de retrabajos), también se introduce información sobre las herramientas de línea, que será útil para comprender el funcionamiento del sistema.

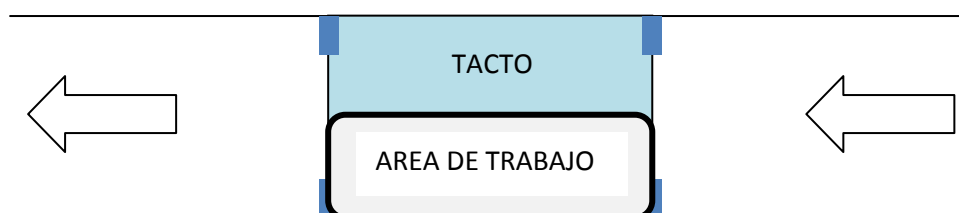
### 4.2. Herramienta de línea

---

Son el medio que se aporta al operario de línea para a partir de un accionamiento manual generar una unión atornillada asociada a un dato.

Estas herramientas son comandadas por un controlador vía cable. Como consecuencia existen limitaciones en su movimiento.

Su movimiento está limitado tanto por unas marcas visuales situadas en el suelo (marcas azules) que conforman un área o tacto, como por unas distancias marcadas por la longitud de la manguera que va conectadas a la herramienta. Esta última restricción de movimiento conforma el área de trabajo del operario.



[Figura 23: Visualización en planta de un tacto]

Van colocadas sobre unos soportes ubicados en un mástil con movimiento libre (movimiento manual) que se mueve, en la misma dirección, en ambos sentidos y paralelo al coche de forma que el operario pueda desplazarse con él a medida que realiza su trabajo.

Existen unos topes físicos que impide al operario pasarse a un tacto que no sea el suyo.

Existen diferentes tipos de máquinas a lo largo de la línea que dependiendo de la operación varía su forma, peso, tamaño, capacidad y otras características técnicas.

Todas ellas poseen una opción de afloje manual que les permite modificar una unión atornillada en un caso necesario.



[Figura 24: Herramienta con su correspondiente controlador colocado en línea]

### 4.3. Herramienta de retrabajo

---

#### Herramientas:

Las herramientas para la reparación de aquellas uniones atornilladas con algún defecto provocado durante su proceso de atornillado en la línea son vía wifi con una versión específica de la empresa que las suministra que se llama LiveWire.

La empresa Volkswagen Navarra ha diseñado unos carros móviles con un diseño que proporciona características importantes como son la movilidad, agilidad, poco peso y con una forma específica para la herramienta y otros componentes necesarios para el funcionamiento de la instalación como las baterías, portacabezales, cargadores, etc... Todas estas características les permite tener las herramientas “a mano” y en el lugar que el operario considere mejor para su utilización adaptándose perfectamente a las instalaciones ya existentes.

La herramienta “LiveWire” ofrece funciones para el control del par, del ángulo y del número de giros para uniones atornilladas, todo ello en un modelo sin cable.

Estas funciones son posibles gracias a la incorporación interna de un transductor (para obtener una señal en función del par generado en el eje de la máquina) y un encoder (nos genera una señal en función de la posición del eje).

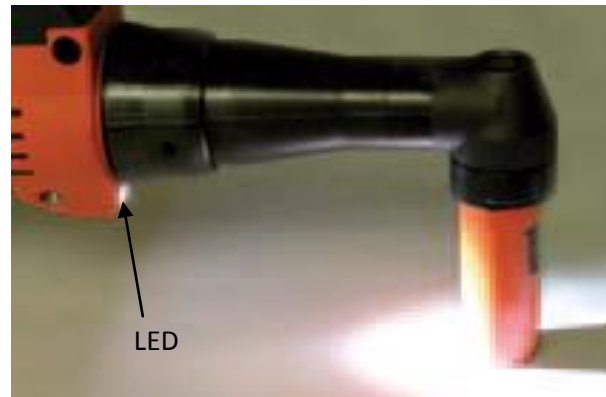
Para emitir y recibir datos utiliza un sistema de antenas Diversity.

Este tipo de antenas ofrece una recepción óptima. Es importante porque la nave de montaje contiene muchos sistemas inalámbricos y cualquier señal que se ve reflejada por obstáculos puede emitirse hacia la antena. Este fenómeno se conoce como multirruta.

En estos casos las herramientas no se ven afectadas porque se filtra en gran medida cualquier interferencia de la señal.



En el momento de pulsar el gatillo ofrece iluminación led garantizando una visualización del apriete que se esté realizando.



[Figura 25: Aportación de luz hacia el punto de aplicación de la unión atornillada]

Una pantalla LCD de tres reglones que indica por color y datos diferentes estados del apriete.

LED VERDE = OK

LED ROJO = NOK

**Por Dato:**

Primer reglón: Status del apriete.

Segundo reglón: Par generado

Tercer reglón: Ángulo generado

**Por color:**

LCD verde = OK

LCD amarillo = EN FUNCIONAMIENTO

LCD rojo = NOK/ERROR

[Figura 26: Información mostrada en la pantalla LCD sobre la unión atornillada realizada]

La pantalla posee además de los indicadores, dos botones negros que nos permiten cambiar la configuración de la herramienta manualmente.

En el caso de Volkswagen Navarra S.A. se decidió bloquearlos desde el controlador para que no se desconfigurasen en el uso diario del operario con alguna mala manipulación.

### Baterías:

Utilizan baterías recargables capaces de realizar una carga en tiempos aproximados de 1 hora y media.

Las baterías utilizan una tecnología de iones litio que se caracterizan por la ligereza de sus componentes, su elevada capacidad energética, resistencia a la descarga, además de sufrir el menor efecto memoria en comparación con el resto de tecnologías y su capacidad para funcionar con un elevado número de ciclos de regeneración.



[Figura 25: Montaje de la batería para representar ión - litio]

Se tiene dos tipos de batería mostradas a continuación. La batería más utilizada en Volkswagen Navarra es la de 44V. Ya que la tensión va ligada a la velocidad y cuanto más tensión mayor capacidad de velocidad tendremos (menor limitación en el momento de configurarla).



[Figura 26: Los dos tipos de batería]

El uso de herramientas con batería en comparación con herramientas por cable nos mejora muchos aspectos como la maniobrabilidad, ergonomía, sin limitación de recorrido, etc...

Pero uno de los inconvenientes es el peso que añade a la herramienta (Ver tabla 1).

Descripción	Peso (Kg)
26 V Iones de litio	0.50
44 V Iones de litio	0.85

[Tabla 1: Relación del tipo de batería - peso]

Poseen un indicador de estado de carga de la batería y ciclos de carga. Siendo esta última indicación un aviso acerca de la vida útil de la batería.



[Figura 27: Indicador de estado de la carga de batería y ciclos de carga]

El indicador comunica esta información a través de la muestra de unos cuadros de color negro. Según la cantidad y como los muestra quiere decir una cosa u otra (ver Figura 27 y 28).

Indicador	Estado de carga
□ □ □ □ □	Modo de reposo o defecto
■ □ □ □ □	< 20%
■ ■ □ □ □	20-40%
■ ■ ■ □ □	40-60%
■ ■ ■ ■ □	60-80%
■ ■ ■ ■ ■	80-100%

[Tabla 2: Indicaciones para el estado de carga]

Indicador	Ciclo de carga
□ □ □ □ □	-
■ □ □ □ □	0 - 199
□ ■ □ □ □	200 - 399
□ □ ■ □ □	400 - 599
□ □ □ ■ □	600 - 799
□ □ □ □ ■	> 800

[Tabla 3: Indicaciones para el ciclo de carga]

Es necesario utilizar un cargador específico para esta tecnología. Usar un cargador inadecuado dañará la batería.

Tienen un comportamiento inteligente. En otras palabras, pueden detectar cuando se completa la carga de sus baterías para desconectarlas automáticamente y desviar la corriente al resto del dispositivo.

El cargador instalado en los carros de retrabajo tiene un sistema de reconocimiento automático de baterías recargables de 26/44 V.

Incorpora indicación por LEDs para certificar la conexión del cargador con el suministro eléctrico y el estado de carga.

Indicador Led	Estado
●	Sin suministro eléctrico
●	Con suministro eléctrico

Indicador Led	Tipo de indicación	Estado
●	Nada encendido	Sin batería recargable
●	Parpadea lentamente en verde (0,5 Hz)	Estado de carga > 80%
●	Parpadea rápidamente en verde (1 Hz)	Estado de carga < 80%
●	Verde fijo	Estado de carga de la batería recargable: 100%
●	Parpadea en rojo	Temperatura demasiado alta de los elementos
●	Parpadea rápidamente en rojo ( 2 Hz)	Defecto de la batería recargable ( cortocircuito, elementos defectuosos, etc...)

[Figura 28: Indicación de Leds en el cargador de baterías]

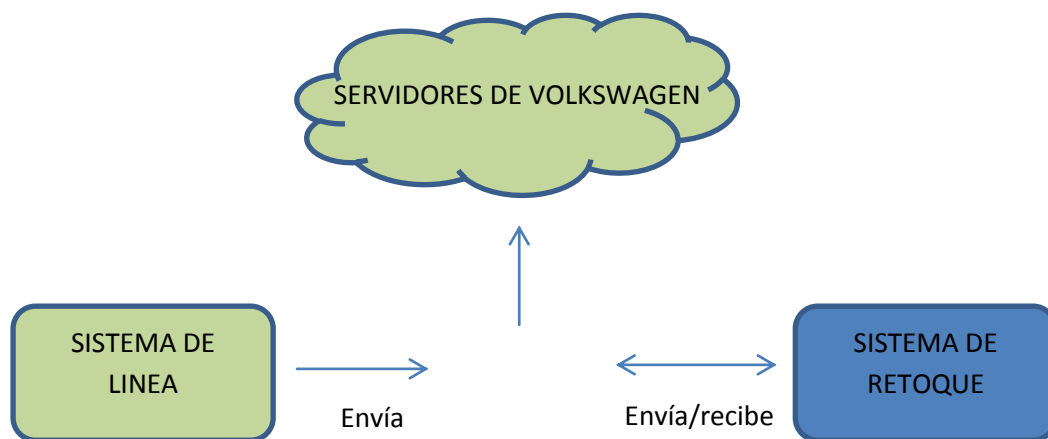
## 5. COMUNICACIONES

### 5.1. Introducción

#### Subred

Implantar un sistema de trazabilidad para registrar datos en el retrabajo implica entre otras cosas la adaptación y complementación de este nuevo sistema con el ya existente. Las máquinas de línea tienen un sistema de trazabilidad independiente y por lo tanto la línea no depende del retrabajo, pero si al contrario.

Las máquinas de línea electrónicas generan unas trazas en función de los aprietes que hayan realizado y envían estos datos asociados a la operación de un coche. Sin embargo el sistema de retoque lee la trazabilidad creada en el montaje del coche en línea y añade datos en la o las operaciones retrabajadas (envía/recibe).

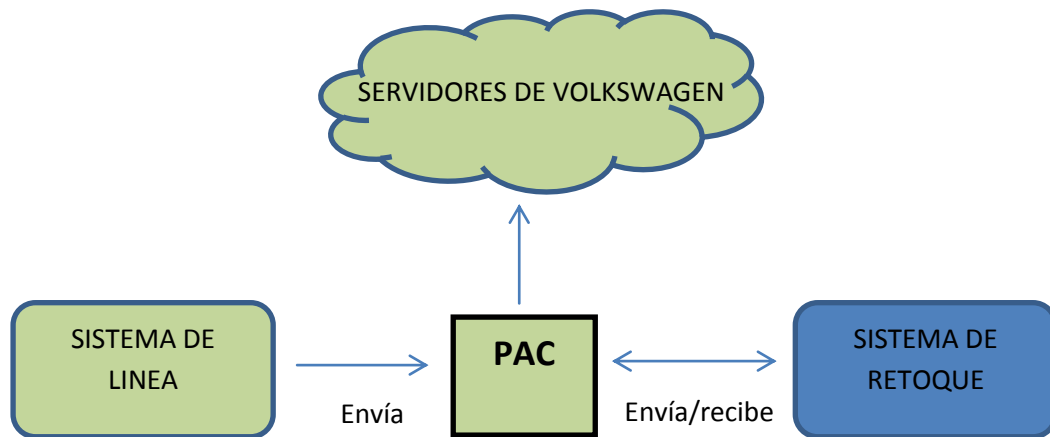


[Esquema 1: En verde parte del sistema antiguo y en azul ampliación del sistema]

Además de la comunicación entre los dos sistemas, hay que garantizar la comunicación con el servidor para enviar los resultados obtenidos en cada una de las operaciones que se le realizan al coche. Este servidor se puede visualizar como una “gran base de datos” donde se proporciona toda la información acerca de cada uno de los coches fabricados durante las 5 semanas anteriores a la consulta. Es muy útil para hacer consultas de fallos funcionales, estudios de los materiales aportados por los proveedores, estadísticas, etc...

El elemento o parte de la instalación encargada de unir las trazas (de línea y retrabajo) de las uniones atornilladas realizadas y comunicarse con el “servidor” de la empresa, es el puesto de atornillado centralizado, más conocido por PAC. Existe un PAC por G.R.C. y sus ubicaciones dentro de la nave de montaje se encuentran en los tactos de retoque.

El esquema 2 representa la actual subred de pares de apriete.

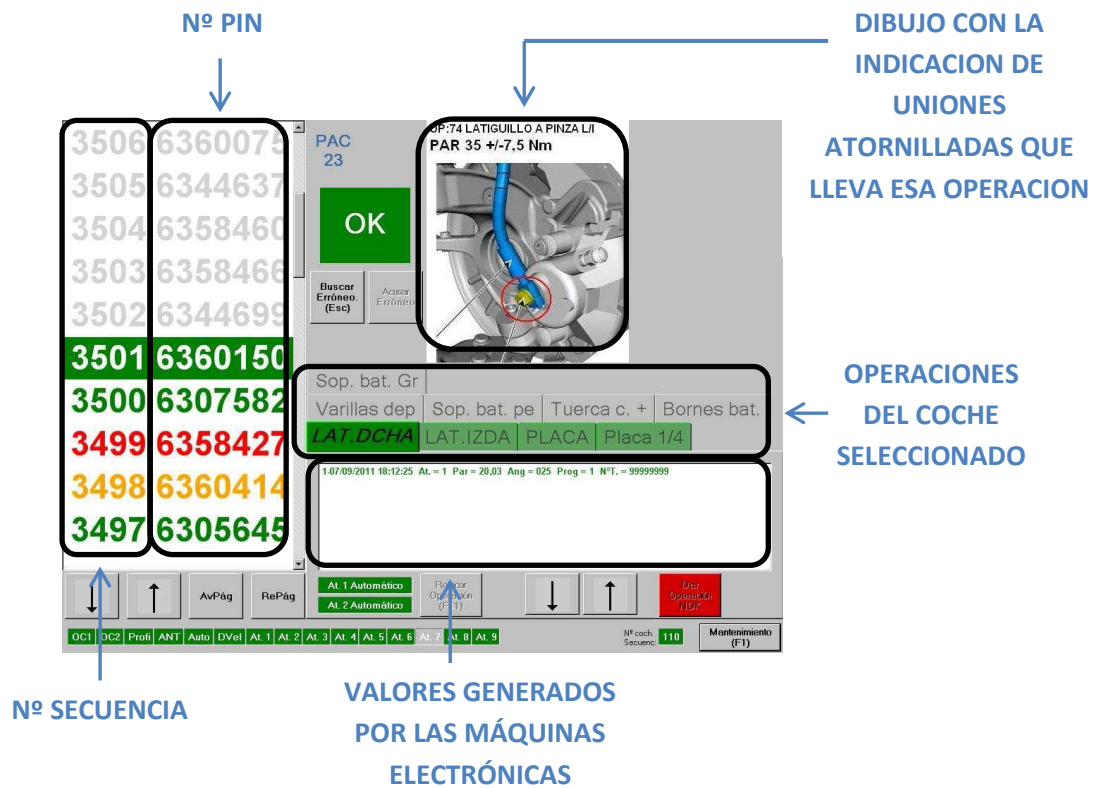


[Esquema 2: En color verde sistema antiguo y azul la ampliación. Al conjunto de sistema, servidor se le conoce por el nombre de subred de pares de apriete ya que es una parte de la red de pares de apriete]

Pac

Exteriormente:

El PAC exteriormente se visualiza como una pantalla donde se distingue una lista limitada de los coches que han pasado, están pasando y los que están por llegar.



[Figura 28: visualización real de la pantalla del PAC]

La manera de representar el coche en la pantalla es a través del nº de secuencia y pin (ver Figura 28).

- Nº secuencia: Número de 4 dígitos correlativo que se agencia al coche con el que controlamos la producción desde montaje (M1). Se asigna un número por coche y va desde 0001-9999. Cuando un coche obtiene el número de secuencia 9999, el siguiente obtendrá el 0001 (se vuelve a resetear le cuenta). Ej: 0526
- Nº pin: Número de 7 dígitos que se asigna al coche y que representa un equipamiento que previamente ha sido elegido por el cliente. Estos números empiezan siempre por 6. Ej: 6450235
- Bastidor: Conjunto de letras y números que es comparable al DNI para una persona. Este número además de correlativo perdura desde que se produce hasta que “muere” el coche. Ej: WVWZZZ6RZFY64539.

El pin y secuencia sombreado es el coche que se encuentra en el tacto de retoque. Permite conocer con un pequeño margen, el status de los coches que están por venir.

A cada PAC se le asocia un nº determinado de operaciones. Por lo tanto se retrabajan operaciones en mal estado que hayan sido asociadas a él. Tanto en el ejemplo de la Figura 28 como en el resto de PACs se aprecian tantas operaciones con posibilidad de reparación, (en el caso de que estuvieran mal) como pestañas.

Hay operaciones comunes en todos los coches y otras que varían de un coche a otro en función del equipamiento de cada uno. Se sabe que operaciones incorpora el coche por el color de las pestañas. Si es gris no incorpora esa operación pero para el resto de colores sí. El color de la pestaña (excepto el color gris), nº secuencia y nº pin van asociados al status de la operación (definido a su vez por el color de las uniones atornilladas) y por lo tanto también al coche. Esto significa que en la lista de los coches sin todavía entrar dentro de uno de ellos nos indica a través del color el status más restrictivo de las operaciones.

Interiormente:

Internamente el PAC contiene un PC con una base de datos donde se almacenan los datos de estos coches mostrados en la pantalla. Es decir toda la trazabilidad creada en cuanto a uniones atornilladas por las máquinas electrónicas tanto de línea como las del retoque.

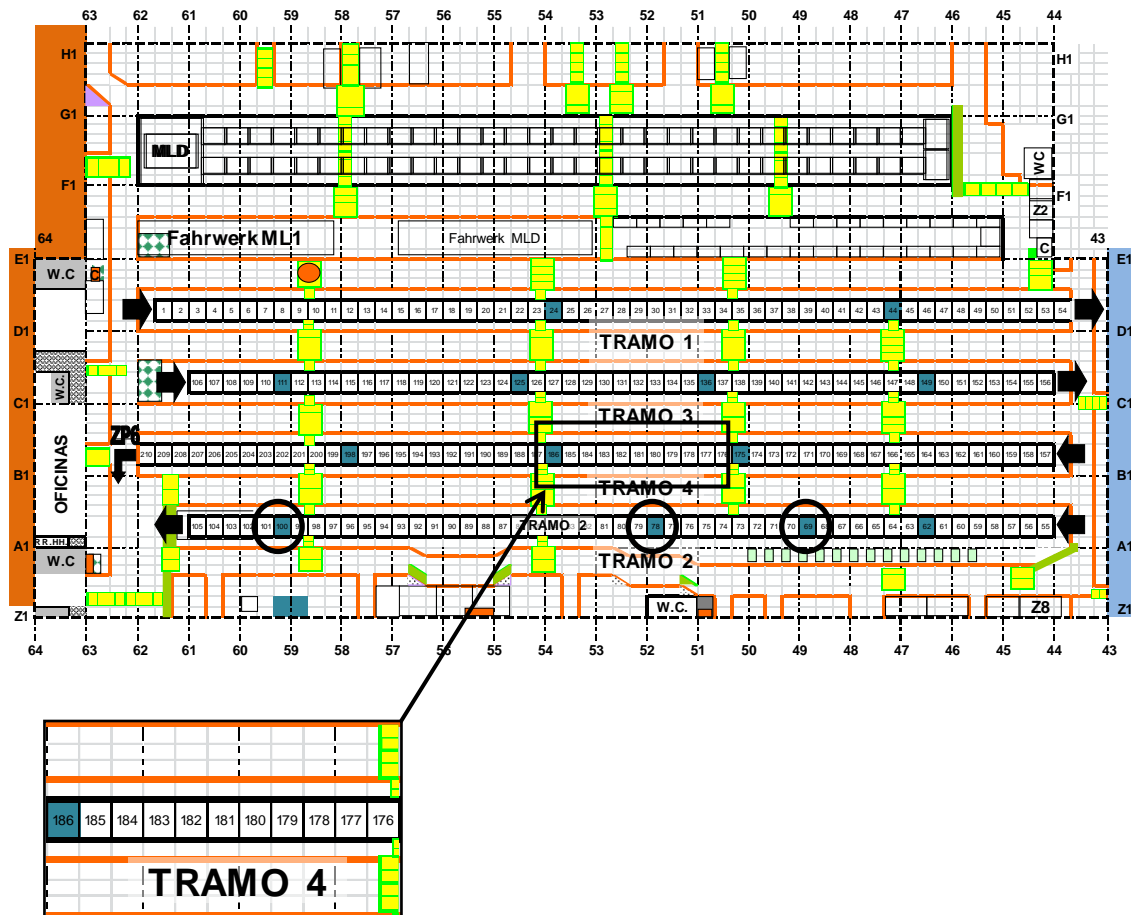
#### Ubicación de las subredes de pares de apriete

Como se ha dicho anteriormente el sistema se puede diferenciar en dos partes: comunicación creada en línea y comunicación creada en retoque. Estas redes juntas forman:

PAC + Comunicación en línea + comunicación en retrabajo = subred de pares de apriete.

Cada círculo marcado en la siguiente figura (ver figura 29) corresponde una subred de pares de apriete. Para todas ellas la comunicación se produce de la misma manera.

Para entender el sistema mejor se muestra en la figura 29 la planta de montaje y se amplía un ejemplo de una subred de pares de apriete.



[Figura 29: La imagen ampliada y las circunferencias de color negro representan los G.R.C. donde se ha instalado el sistema de retrabajo actualmente]

En cada G.R.C. (cuadrados de color azul) se encuentra ubicado un “PAC” (ordenador centralizado). La foto ampliada representa el tacto de retoque con una serie de tactos, de los cuales los que utilizan herramientas electrónicas están vinculados al ordenador centralizado del “PAC” (tacto 186).



## 5.2. Comunicación en línea

### Funcionamiento

El PC de cada puesto (ordenador interno del PAC llamado también ordenador centralizado) controla todas las señales necesarias para la asignación de los aprietes (realizados por herramientas electrónicas) recibidos con las unidades de montaje (número de secuencia) a las que pertenecen.

Antes de la primera zona de atornillado de cada puesto existe una antena con la que el PC lee el portador de datos de cada pulpo y recoge el nº de unidades de montaje que diferencia cada coche.

Con este dato de unidad de montaje y las señales de detectores de entrada en cada zona de atornillado se crea un FIFO (Tabla 4) con las unidades que están dentro de cada zona de atornillado. FIFO es un sistema de chequeo con el que se compara el coche que debería estar y el que está. Si es OK no ocurre nada pero si es NOK se para la línea.

<b>UD. MONTAJE</b>	<b>ZONA</b>	
6452	6452	← OK
6451	6451	
6450	6450	
6449	6448	← NOK

[Tabla 4: simulación de una FIFO real]

El movimiento del coche se produce gracias a un soporte rígido conducido por el movimiento de una gran cadena que es arrastrada por unos motores. Paralelamente a la lectura de datos del pulpo los eslabones aportan una señal a su paso por unos detectores que complementada con la señal del sensor del mástil, (soporte de la herramienta de línea) consigue asignar cada apriete recibido a una unidad de montaje de la FIFO obtenida en ese momento (solo si ha sido ok).

Los aprietes se reciben en la base de datos del PAC en tiempo real y se muestran en la pantalla. La forma de muestra es por un lado una serie de números que representan coches, pestañas con el nombre de las operaciones e internamente el valor que han generado las uniones atornilladas. Tanto los números, pestañas como valores de uniones atornilladas van asociadas con un color que indica el estado (Bajo=amarillo, Verde=ok, rojo=Alto). El objetivo es la de aportar información que rápidamente nos permita indentificar si el resultado del apriete es bueno o en su defecto malo.

Por último los datos del coche se envían automáticamente al servidor, en el instante que se acciona un sensor como consecuencia de la salida del coche del tacto de retoque.

Medidas para reducir carga de trabajo en el operario de retoque (o retrabajo)

Una de las causas principales de fallos funcionales se produce por saturación de trabajo. Esta saturación viene provocada porque las reparaciones de uniones atornilladas no suceden con una frecuencia periódica.

La situación en estos puestos de trabajo puede ser de tranquilidad o de estrés provocado por oleadas de averías. Esta situación sumada a que su trabajo se basa en la reparación de uniones atornilladas importantes aporta una ligera idea de la importancia que tiene facilitar la labor del operario y garantizar los mejores medios para su labor.

La medida tomada en línea para reducir esta carga de trabajo es introducir en los controladores de las máquinas de línea, un programa secundario de afloje automático después de un apriete con status ALTO.

El status ALTO como se vio en el capítulo dedicado a las uniones atornilladas, sucede cuando no cumplimos alguna de las etapas que le marcamos porque se pasa de par, de ángulo o de ambos.

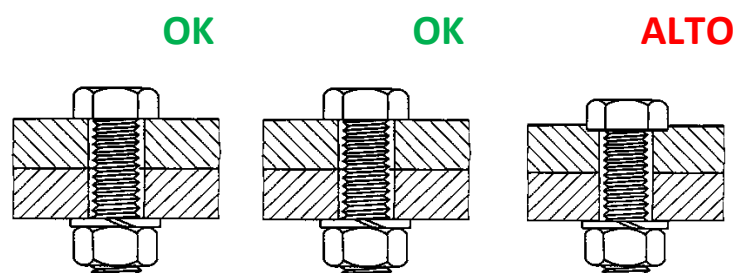
Este tipo de aprietes para su reparación recibe un tratamiento primero de afloje y posteriormente en función del estado de la rosca y del tornillo, se puede cambiar este último o no.

Programa de afloje automático después de status ALTO

El programa de afloje automático realiza una doble función: Proporciona facilidad para detectar la unión atornillada en mal estado y ahorra la acción de afloje.

En el caso de una operación que consta únicamente de un “apriete” no es tan importante el afloje, pero en el caso de que tuviera más “aprietes” ya toma importancia el afloje de la unión atornillada.

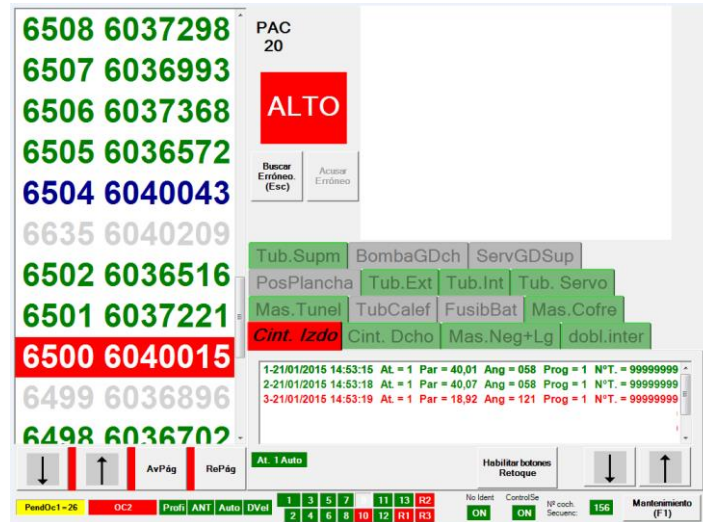
Supongamos que tenemos una operación con tres “aprietes”. El estado de estas uniones es:



[Figura 30: Visualización de tres uniones atornilladas con indicación de status]

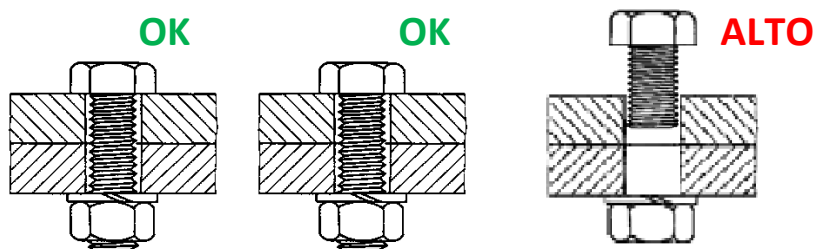
Sin el programa de afloje automático la unión atornillada con status ALTO no se afloja y por lo tanto visualmente no se distingue el tornillo bueno del malo.

Partiendo de que el operario de retoque la única información que tiene es la visualización real de los tornillos y los datos obtenidos en el PAC (figura 31), no se es capaz de distinguir el tornillo bueno del malo y por lo tanto el operario deberá revisar los tres.



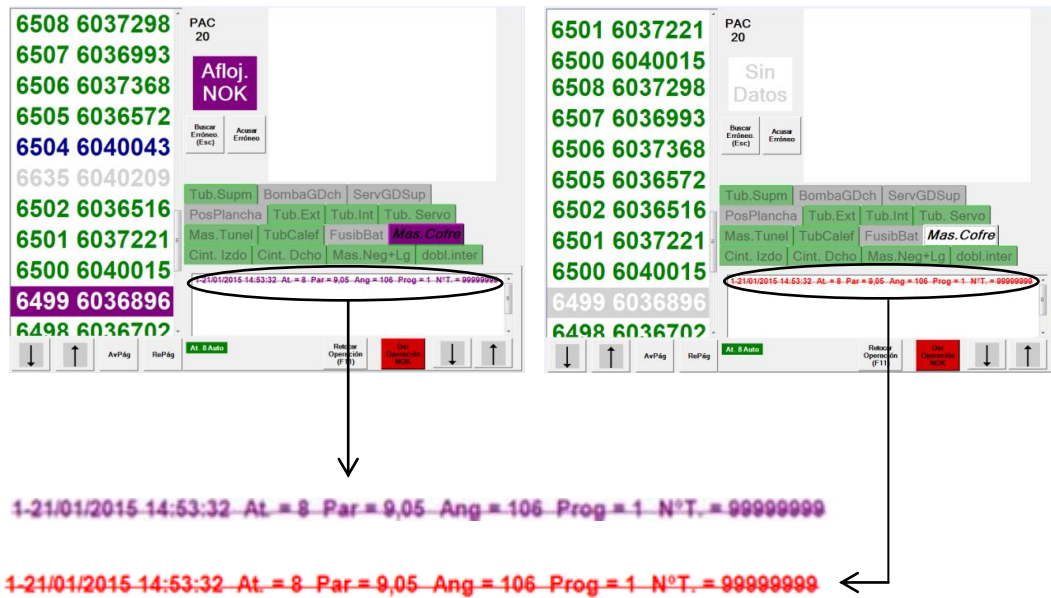
[Figura 31: Montaje de una visualización de la pantalla del PAC]

Sin embargo, en el caso de afloje automático después de ALTO la información que le aportamos al operario de retrabajo es una visualización real de la unión con resultado ALTO. (Ver figura 32)



[Figura 32: visualización de tres aprietes con status]

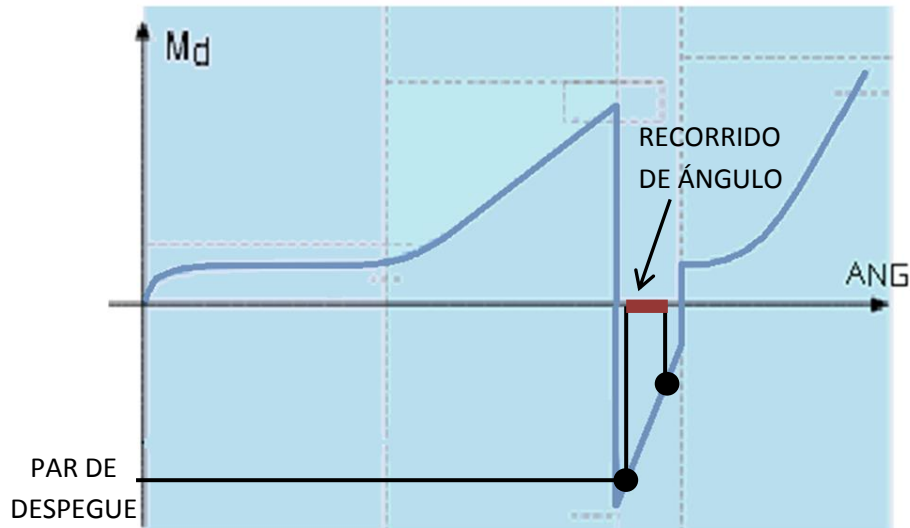
En este caso el operario será consciente de la unión atornillada en mal estado y solo deberá reparar el malo. Además en la pantalla del PAC se añade una indicación nueva con el significado de que ha sido aflojado.



[Figura 33: Ambas figuras son visualizaciones de la pantalla del PAC para el caso de dos aflojes diferentes que se explicaran más adelante. Pero con el dato que nos tenemos que quedar es con el dato tachado, que indica que ese apriete ha sido aflojado]

Para controlar el afloje, el controlador de la máquina utiliza un recorrido de ángulo a partir de un par de despegue (par min.). (Ver Figura 34)

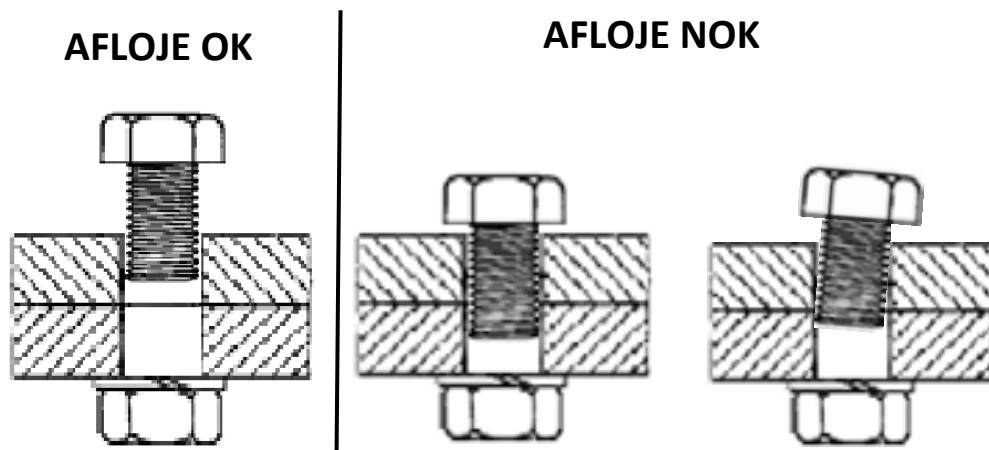
Es decir, a partir de un par configurado el controlador cuenta el ángulo recorrido y si llega a contar tanto recorrido como se ha configurado, se considera que ha realizado un ciclo de afloje completo y por lo tanto se considera como afloje bueno. De lo contrario si no se llega a completar el ciclo completo (soltando el gatillo antes de tiempo) se considera como un afloje malo.



[Figura 34: Configuración de Curva de afloje en una unión atornillada]

Para controlar esta diferencia de aflojes se designa color morado para el caso de un aflojado malo o NOK y color blanco para el aflojado bueno u ok.

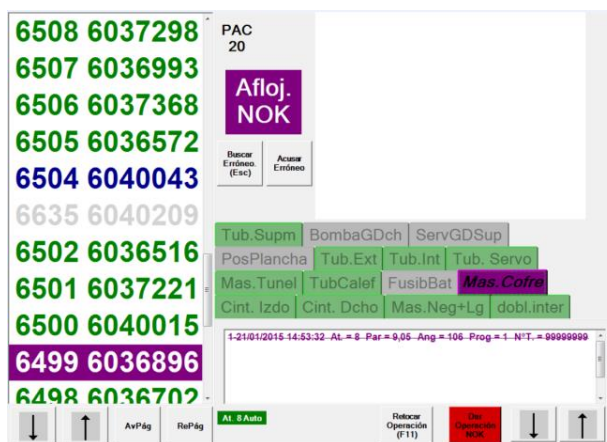
Es importante diferenciar estos dos casos de afloje porque cuando es completo sabemos que el tornillo está simplemente amarrado o en algunos casos el tornillo fuera y sin embargo si el ciclo de afloje no es correcto no se puede determinar su estado.



[Figura 35: Ejemplos de lo que se considera afloje bien hecho o mal hecho]

Un afloje mal hecho significa que el operario ha parado la máquina antes de tiempo. Esta situación no proporciona información sobre el estado del afloje, siendo este el peor de los casos. El operario recibe la información a través de la pantalla con color morado.

## AFLOJE NOK



[Figura 36: visualización en la pantalla del PAC de un afloje que no ha cumplido el ciclo]

Quando se realiza un afloje incompleto, el programa proporciona una segunda oportunidad de recuperar el afloje (pasar de afloje no efectivo, a afloje efectivo) con el objetivo de pasar de NOK a OK.

En el caso de afloje OK indica que el tornillo viene fuera o prácticamente fuera, visualizándose en la pantalla del PAC como la figura 37.

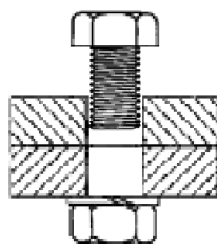
## AFLOJE OK



[Figura 37: visualización de afloje que ha cumplido el ciclo completo de afloje]

El objetivo del programa afloje automático es obtener un afloje bueno u ok que permita tener un control del apriete. Pero los casos de un afloje en el que no se ha cumplido el ciclo completo y que por lo tanto se representa de color morado se ofrece la posibilidad de un segundo afloje que le permite cambiar el estado de afloje de morado a blanco.

De esta forma podremos conseguir el objetivo que perseguimos. (Ver Figura 38)



[Figura 38: Tornillo prácticamente fuera]

### Seguimiento del programa de afloje automático

Para realizar el seguimiento del programa sin poner en riesgo el proceso de montaje, se instalan dos programas en cada controlador: El de afloje automático y el antiguo programa que no afloja (programa que está asegurado y funciona correctamente).

Internamente el controlador tiene unos pines de entradas y salidas. Puenteados estos pines podemos pasar de un programa a otro. Para verificar la conexión cada programa tiene asociado una indicación en la herramienta: programa de afloje automático indica con LEDs de color verde y programa sin afloje con LEDs azules.

Para asegurar que el programa funciona correctamente se verifica primero parcialmente y finalmente total. Todo este proceso se hace si y solo si se realiza bajo la supervisión adecuada.

Chequear parcialmente consiste en ir “soltando” (quitar o poner el puente que nos acciona el cambio de programa) operaciones por separado y total es “soltar” todas las operaciones juntas. Durante el proceso de soltar tanto parcialmente como en su totalidad se tiene que verificar que el sistema funciona correctamente.

El objetivo del programa es aportar información al operario mostrándole la unión atornillada que ha dado par, ángulo o par y ángulo ALTO como hemos visto anteriormente.

## **5.3. Comunicación en el retrabajo**

---

### **5.3.1. Funcionamiento**

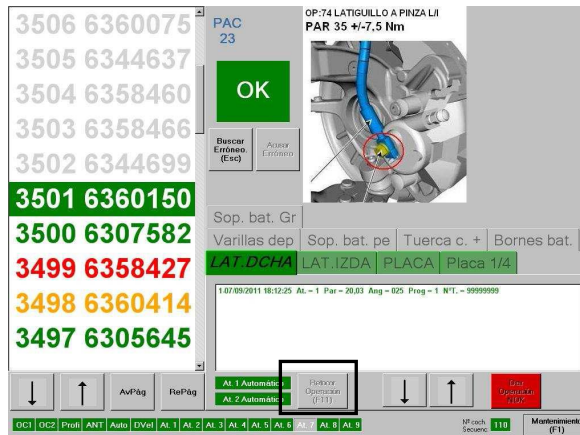
La información de las uniones atornilladas generadas en línea se encuentra almacenada en la base de datos interna del PAC. En cada base de datos de los PACS se guarda el coche con las operaciones que le correspondan y dentro de cada operación las uniones atornilladas que se les ha aplicado.

Los coches que están bien montados (es decir tiene todos los datos de uniones atornilladas OK) se mandan al servidor de pares de apriete en el instante de salir del tacto de retoque.

Si por el contrario el coche tuviera una operación en mal estado, ya sea por un apriete o varios, la información del coche se mantiene en el PAC hasta que la operación se valida.



Validar una operación consiste en darla por reparada y por lo tanto buena. Esta información se transmite automáticamente por las herramientas de retrabajo cuando se cumplen una serie de condiciones. Además existe una segunda opción por si hubiera un problema de cualquier tipo, que consiste en una reparación manual. La forma de proceder es pulsar la operación en la pantalla y un botón a continuación.

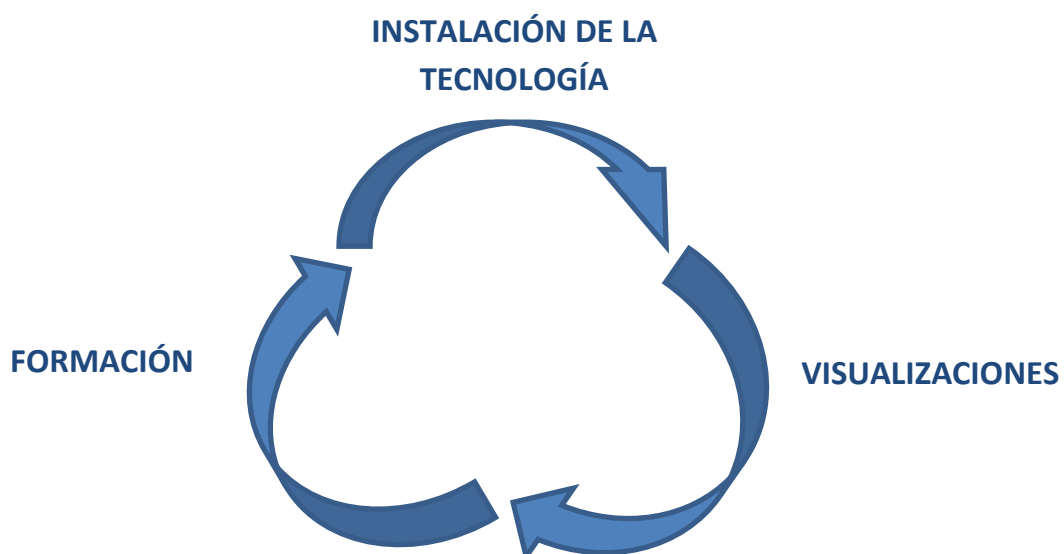


[Figura 39: Botón para “validar” una operación]

Para poder enviar el dato generado por la herramienta hasta la base de datos se diseña un sistema con diferentes componentes principales.

PDA, Controlador, herramienta, portabocas.

Para implantar esta tecnología se debe conseguir la compenetración de las tres partes fundamentales que componen el sistema de retrabajo.





### 5.3.2. Funcionamiento de la instalación

Las herramientas se comunican únicamente con el controlador mediante una red inalámbrica. Esta red inalámbrica es una versión wifi llamada livewire.

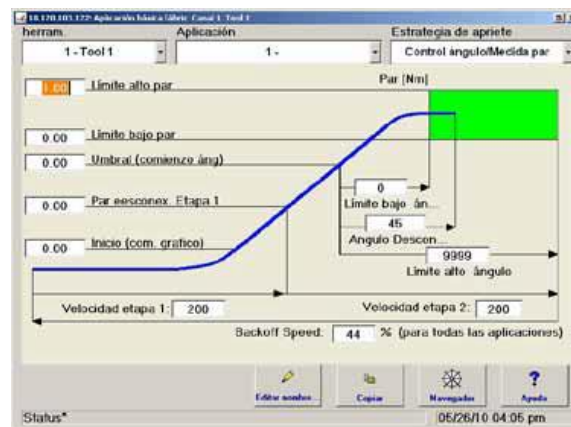
Tenemos en cada GRC las herramientas justas y necesarias para poder reparar las operaciones del coche que han sido designadas al PAC.



[Figura 40: controlador y herramientas utilizados]

En el controlador se guardan todos los programas que vayan a ser necesarios para realizar todas las operaciones que requiera el PAC. Tanto los programas de “apriete” como los de “afloje”.

Incorpora un software instalado por la empresa que facilita la modificación de parámetros para el atornillado de la máquina, control de la unión atornillada, comunicación de la máquina controlador y otras muchas funciones.



[Figura 41: Visualización de configuración de parámetros en el controlador de retrabajo]

El controlador realmente no tiene una antena propia para la comunicación con las herramientas. Para su comunicación se utiliza un intermediario llamado access point.

Access point o punto de acceso realiza la función de intermediario entre la red inalámbrica y la cableada. La red cableada utiliza par trenzado tipo UTP, MC – 856 categoría 6 y utiliza para la conexión de los equipos en ambos extremos PLUG RJ 45.

Este tipo de cable estándar es compatible con la mayoría de protocolos de red y estándares categoría 3, 5 y 5e. Esto nos permite unificar la mayoría de redes que existen en la actualidad.

Pero la característica más importante es que permite ampliar la velocidad de transmisión soportada a 10 Gbps y trabajar en frecuencia de hasta 500 MHz.



[Figura 42: A la derecha par trenzado tipo UTP y a la izquierda el PLUG RJ 45]



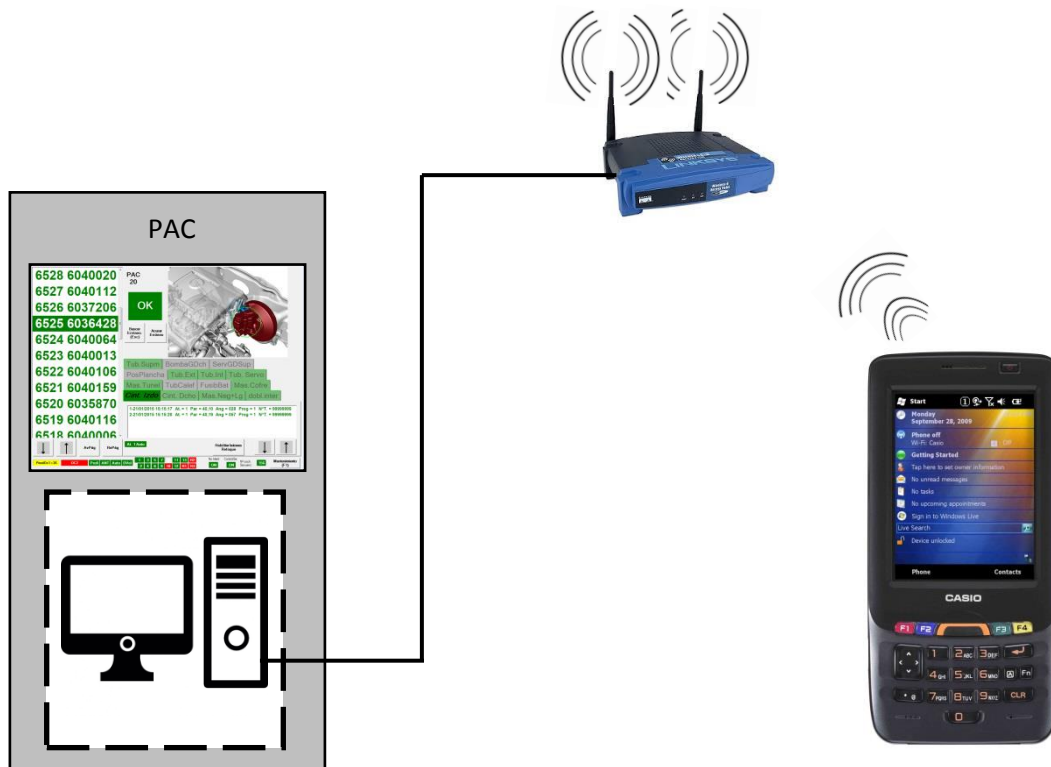
[Figura 43: comunicación herramienta - controlador]

El controlador es el componente de la instalación que carga el programa adecuado en cada herramienta. Pero necesita que se le ordene cuando mandarlo y donde.

La parte del sistema encargada de “ejecutar” el apriete está definida por la herramienta y controlador y la encargada de “mandar” es la PDA siguiendo órdenes del operario.

La PDA es un ordenador de mano diseñado como agenda electrónica de pantalla táctil (calendario, lista de contactos, bloc de notas y recordatorios) con un sistema de reconocimiento de escritura.

Utiliza la red wifi de la empresa para acceder al ordenador del interno del PAC.



[Figura 44: conexión entre PDA - PAC]

Está configurada para acceder al ordenador interno del PAC, para ello se ha instalado internet information server en el PAC (como en un servidor web) y se ha programado un servicio web llamado WSRetrabajo.

La PDA hace llamadas a las funciones de ese servicio Web (como si fuera una página web) y este servicio web le devuelve los datos pedidos como por ejemplo los coches de la lista, el estado de las operaciones, los aprietes de una operación en concreto, etc.

Algunos datos se piden cíclicamente como los coches de la lista y su estado y otros como el atornillador a utilizar, la boca a usar, aprietes,... se hace pinchando en los botones táctiles de la pantalla.



[Figura 45: Visualización en la PDA de los datos cíclicos pedidos al servidor web]

Igual que la pantalla del PAC el color de los números indican el estado del apriete por colores. Para acceder a visualizar las operaciones de un coche, se procede seleccionando el coche (en el momento que hemos pulsado un coche se sombrea con el color del estado del apriete. En el caso de la figura anterior se sombrea verde porque su estado es OK) y se pulsa el botón ver detalles.



[Figura 46: Visualización de la pantalla a continuación de pulsar ver detalles]

Al pulsar el botón de ver detalles con un coche seleccionado se accede a una pantalla donde se visualizan las operaciones. Están recuadradas por una línea negra y se remarca con un grosor mayor en el momento que pulsamos una pestaña.

La pestaña adquiere el color del estado de la operación (Amarillo- BAJO, rojo – ALTO, etc...).

Al pulsar una operación aparecen los datos de los aprietes con su correspondiente color en función del status que ha generado cada uno de ellos (BAJO, ALTO, OK, etc...). En la figura anterior por ejemplo seleccionamos una operación que consta de 2 tornillos y al seleccionar la pestaña se aprecian dos datos de “apriete” con color verde que indican que son buenos (están bien realizados).

Las herramientas designadas en cada PAC toman una numeración, de tal forma que coincida que la herramienta que marca la PDA sea la herramienta que realmente se utiliza para reparar la operación que se ha seleccionado.

En la parte inferior aparece una pestaña con un color de fondo cuyo significado es la boca que tenemos que retirar del portacabezales y con letra pone Ator. Que equivale a atornillador y un numero 1 que le indica al operario la herramienta que tiene que utilizar para reparar la operación seleccionada.

Para evitar que vayamos a reparar un coche diferente al que hemos seleccionado en la lista de coches la PDA posee una seguridad que consiste en un lector de código de barras que se activa

pulsando uno de los dos botones (indicados por la flecha de color negro y circunferencia de color blanco).



Este lector de código de barras es manual, pero de obligado utilización para poder utilizar las herramientas.

El modo de utilización es posicionando la PDA en posición horizontal y aproximando la parte posterior marcada con la flecha azul a una distancia aproximada de 20 cm.

Posteriormente pulsando el botón de lector de infrarrojos lee el código de barras del coche al que hemos ido a reparar. Si el coche al que se ha ido es diferente al que se ha abierto en la PDA, la pantalla se interrumpe con un mensaje que indica al operario un error que desaparece pasados unos pocos segundos.

[Figura 47: indicación de botones de la PDA relacionados con los infrarrojos]

Si por el contrario el coche leído y abierto en la PDA es el mismo, sin dar mensaje de ningún tipo, nos habilita un botón llamado “retocar” en la parte inferior de la pantalla que hasta ahora no aparecía.



[Figura 48: Imagen de la visualización de la pantalla de la PDA después de hacer la lectura del código de barras que incorpora cada coche (estos códigos de barras son diferentes para cada coche)]

Pulsar este botón es equivalente a cargar el programa correspondiente a la operación seleccionada, en la herramienta que proceda.

A nivel de programación significa crear una traza de datos que contenga la información de la operación que se quiere reparar y enviarla al ordenador interno del PAC.

Existe configurada una tabla con la correspondencia de operaciones con atornillador de retrabajo y programa a ejecutar y depende la operación que se seleccione, se le envía al controlador (desde el PC) el programa que le corresponde.

Con el sistema hasta ahora se garantiza coger la herramienta que proceda y cargarle el programa (parámetros de estrategia de apriete, controles, configuraciones, etc...) que le corresponda (en función de la operación).

Además con la seguridad introducida para comparar el coche leído por infrarrojos, con el seleccionado evitamos la mala asignación de un apriete a un coche distinto al que en un principio se quería reparar.

Por último para asegurar que se utiliza la boca que corresponda para cada operación y como indicación rápida de identificación para el operario se instala un portabocas con alojamientos para bocas.

Cada alojamiento y boca que se ubica en el, tienen el mismo color definido por un material plástico, ceñido a la superficie de la boca (siguiente figura) y un rectángulo plástico rígido atornillado en el portacabezal.



[Figura 49: portabocas]

El portabocas sirve como reconocimiento electrónico de las bocas que han sido retiradas mediante un led rojo e indicación de la boca a coger mediante led verde.

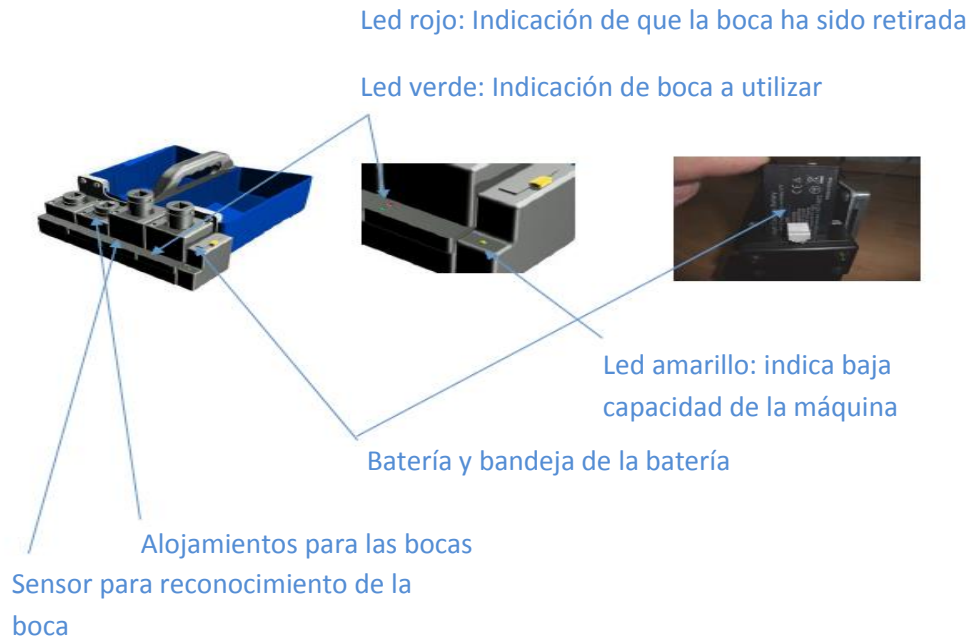
La comunicación se produce entre el controlador y el portabocas en ambas direcciones mediante Zigbee utilizando módulos Xbee.

Zigbee tiene una característica muy positiva para esta aplicación, consume muy poca batería comparada con otros tipos de estándares.

Al quitar una boca además de producirse el encendido del led rojo comunica al controlador la falta de esa boca. Este verifica si la boca retirada es la que marca la PDA mediante un color de fondo en la casilla, donde se indica el número de atornillador y en caso afirmativo desbloquea la máquina para su utilización.

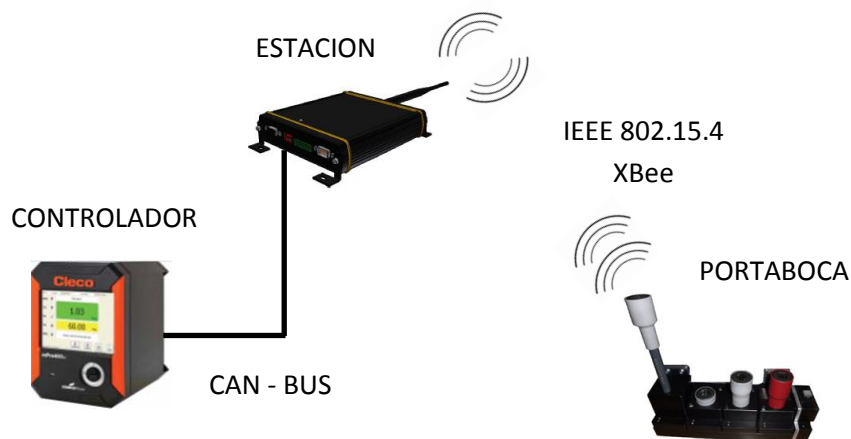
En caso contrario la máquina se bloquea y no permite su uso.

Por otro lado al cargar el programa en la máquina (al pulsar retocar), el PAC comunica al controlador la operación a retocar y con este dato el controlador ordena la boca a utilizar mediante el encendido de su correspondiente led verde.



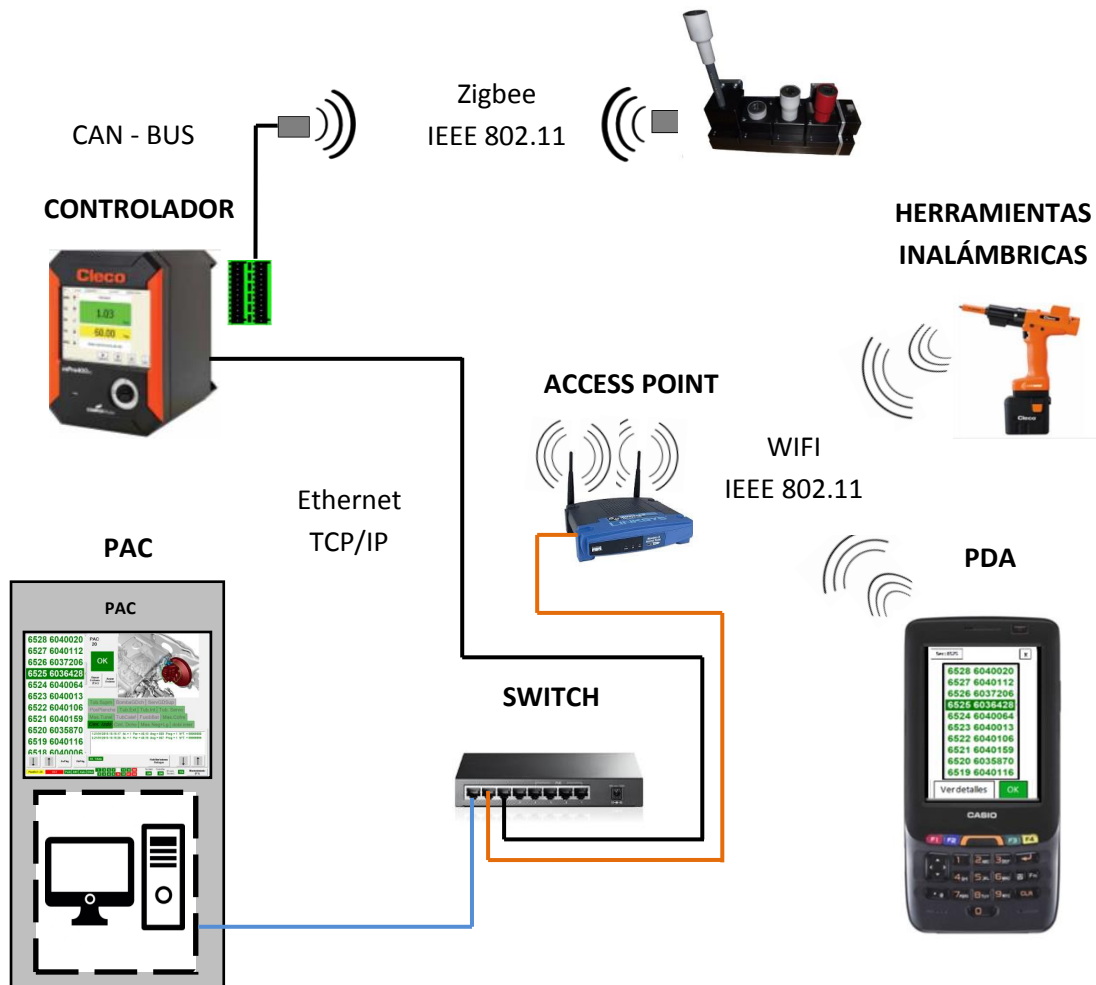
[Figura 50: Partes del portabocas]

La comunicación del portabocas con el controlador se produce de acuerdo la figura 51.



[Figura 51: comunicación entre el controlador y el portabocas]

Para unir la parte del sistema que hace las funciones de “mando” y la que hace de “ejecutor” es necesario comunicar las dos partes. El esquema total quedaría:



[Figura 52: Instalación del sistema de retrabajo]

Para cerrar el lazo de comunicaciones al terminar de retocar se debe validar el coche. Para ello basta con pulsar el botón volver si se ha terminado de reparar todas operaciones del coche o fin de operación para seguir con el coche leído pero poder pasar de una operación a otra.

El botón fin de operación aparece en el momento que pulso retrabajar. Es una buena opción ante dos o más operaciones dentro del coche porque se evita tener que volver a realizar todo el proceso de lectura de coche.





[Figura 53: Visualización de la PDA con el botón fin de operación]

Al presionar el botón “volver” la PDA nos manda a la pantalla de inicio, donde aparece la lista de coches con los colores asociados a su status (Figura).

### 5.3.3. Visualizaciones

Al implementar un sistema de estas características, es importante facilitar con indicaciones cualquier factor que lleve a confusión, de tal forma que el sistema suponga una mínima distracción.

Estas acciones se deben implementar en el retoque, pero también en línea porque como se ha visto anteriormente existen modificaciones que implican pequeños cambios en la rutina de trabajo. Al fin y al cabo la actuación en el retoque es una consecuencia de la línea, por lo tanto interesa facilitar las cosas también en línea para garantizar la atención del operario en el montaje del coche.

#### En línea

Al introducir dos programas en el controlador de línea (el de afloje automático y el normal) con características diferentes en las reacciones, es importante que el operario de línea sea capaz de reconocer en qué momento se tiene activo un programa u otro.

La identificación de un programa u otro queda reflejada en los leds de la herramienta por colores.

Colores verdes y azules encendidos



Color verde




También se identifican los dos casos nuevos cuando está activo el programa de afloje automático: Afloje completo y afloje defectuoso. Estos dos estados se marcan como en el caso anterior con los leds.




El afloje completo se produce cuando el operario durante todo el proceso de atornillado con status ALTO primero (el afloje va precedido de atornillado) y de afloje después no deja de pulsar el gatillo.

El afloje incompleto sin embargo se produce porque el operario en algún momento del ciclo antes de que la máquina se pare suelta el gatillo.

**Afloje completo**









Leds amarillos parpadeando  + Leds rojos parpadeando 

**Afloje defectuoso**

Leds azules  + Leds amarillos parpadeando  + Sonido 

Como información de apoyo se documenta mediante una hoja informativa para su posterior colocación sobre el mástil (soporte de la herramienta de línea).

**VISUALIZACION HERRAMIENTA**



STATUS APRIETE	INDICACIÓN DE HERRAMIENTA
OK	LEDS VERDES FIJOS 
BAJO	LEDS AMARILLOS FIJOS 
ALTO	LEDS ROJOS FIJOS 
ALTO → AFLOJE COMPLETO	LEDS ROJOS Y AMARILLOS INTERMITENTE  
ALTO → AFLOJE DEFECTUOSO	LEDS AZUL FIJO, AMARILLO INTERMITENTE Y PITIDO   

[Figura 54: información de apoyo para el operario]

En retrabajo

Existen diferentes indicaciones ya vistas como las pantallas de las herramientas que indican el estado del “apriete”, indicaciones de selección de boca, indicación de peligro por falta de boca y también por colores en la pantalla del PAC y PDA.

Para el caso de la visualización en la pantalla, al introducir nuevos colores asociados a estos nuevos status de afloje se documenta una hoja indicativa con el significado de los diferentes colores que se visualizan.

PAC	
STATUS APRIETE	VISUALIZACION PAC
OK <span style="color: green;">■</span>	OK <span style="color: green;">■</span>
SIN DATOS <span style="color: white;">□</span>	SIN DATOS <span style="color: white;">□</span>
BAJO <span style="color: orange;">■</span>	BAJO <span style="color: orange;">■</span>
ALTO <span style="color: red;">■</span>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>AFLOJE COMPLETO <span style="color: black;">□</span></p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>AFLOJE DEFECTUOSO <span style="color: purple;">□</span></p>  </div> </div>

[Figura 55: información de apoyo para el operario de retrabajo]

### 5.3.4. Formación

#### Introducción

Consiste en enseñar al operario el funcionamiento del sistema de una forma sencilla con teoría y ejemplos prácticos, además se realizan funciones de control de parámetros con el objetivo de optimizar la seguridad en las reparaciones, mejorando la configuración del controlador del retrabajo y se lleva a cabo el análisis, documentación, solución de las incidencias producidas durante las pruebas.

Tanto la formación, como los diferentes controles que se llevan a cabo, se realizan siguiendo unos pasos y documentándolos debidamente.

La ubicación donde se ejecuta la formación es en el G.R.C .

Es importante llevarlos a cabo en el puesto real donde se trabaja para adaptar las necesidades que se producen en el día a día del operario con el sistema y comprobar el funcionamiento del sistema.

#### Carro móvil

Se construyó un carro móvil donde se ubican: las herramientas sujetas por soportes, el portabocas, cargadores de baterías para todos los componentes, baterías de repuestos, PDA, cargador de la PDA.

Para la conexión de todos los elementos con necesidad de suministro eléctrico se colocó una regleta de 8 tomas y una alargadera que permite tener el carro a una distancia relativamente lejos del enchufe más cercano.

La ubicación del carro es la primera medida del operario ya que los retocadores son las personas que conviven con el sistema. La elección tiene que ser un punto estratégico en el que tengan un fácil acceso y no entorpezca sus movimientos.

### Funcionamiento

Para formarles en la utilización del sistema para la reparación de las operaciones que tienen asignadas, reciben inicialmente información teórica en el propio G.R.C. con ejemplos que les ayude a comprender los pasos que deben seguir para optimizar su trabajo.

La metodología de formación es:

1. Explicación del funcionamiento del sistema de forma teórica.
2. Realización de pruebas prácticas reales sin sistema de afloje automático activado.
3. Pruebas prácticas reales con afloje automático activado parcialmente (solo en alguna operación).
4. Pruebas reales con afloje automático activado totalmente (todas operaciones).

La formación con activación de afloje automático se documenta incluyendo turno realizado, fecha, número del bastidor del coche de inicio de pruebas y número de bastidor de último coche de pruebas, etc... (Ver anexo 2).

Con los bastidores de inicio y final identificamos la cantidad de coches a los que se le han realizado las pruebas durante la formación.

Paralelamente a la formación se realiza un control exhaustivo de incidencias y parámetros.

El control de los parámetros en línea como se ha indicado anteriormente se lleva a cabo mediante unas estadísticas de "aprietes OK", sin embargo en el retrabajo tenemos uniones atornilladas cuyas características han sido modificadas.

Por lo tanto los valores que son buenos en línea no tienen por qué serlos en el retrabajo. Inicialmente se establecen los mismos parámetros que en línea pero se modifican a lo largo de las pruebas.

Estas modificaciones se realizan por ejemplo cuando llegan una unión atornillada con status BAJO y visualmente el tornillo está bien introducido y asentado.

Por otra parte el control de incidencias son aspectos relacionados con anomalías, fallos del sistema, mejoras de utillajes, etc... (Ver anexo 3).

Se catalogan por categorías. Siendo categoría A anomalías que provocan paros del sistema, herramientas bloqueadas, etc... Categorías B son anomalías que aunque no son graves porque podemos utilizar el sistema, provocan retrasos e incomodidades. Categoría C son aquellas que ayudan a mejorar la rapidez de actuación, ergonomía, etc...

Estas incidencias, sirven para ir afinando el sistema con el claro objetivo de la seguridad.

**Objetivo**

La formación tiene como objetivo una actuación concreta del operario, seguridad del sistema, ergonomía y creación de una forma estándar de actuación.

## **6. CONCLUSIONES**

---

El proyecto que se ha llevado a cabo ha contribuido de manera muy importante para identificar y asegurar la implementación exitosa de un sistema de trazabilidad.

Dentro de los puntos que se consideran tener más importancia dentro del proyecto son el detectar cuáles son las necesidades reales de las personas que trabajan día a día con el sistema.

Verificar y asegurar que la infraestructura instalada funciona correctamente y el buen funcionamiento del sistema después de añadir modificaciones.

Uno de los problemas más frecuentes para que un sistema no cumpla con el objetivo para el cual fue adquirido es que la implantación del mismo no sea exitosa, y la mayor causa es hacer a un lado a los que trabajan con el sistema diariamente, ya que entonces el sistema es desarrollado e implementado sin saber cuáles son sus necesidades. Es importante por lo tanto, estimular la participación de los operarios en el nuevo proceso implantado.

Otro punto importante consiste en dar una buena capacitación a los usuarios del sistema, es decir, si se hace todo correctamente para desarrollar e implantar los sistemas pero no se proporciona un utillaje (bocas por ejemplo) adecuado para su aplicación es muy probable que todo el trabajo realizado no seas suficiente y encuentren la manera de realizar sus tareas sin usarlos.

Durante la realización del proyecto surgieron dudas y problemas en la utilización del sistema que antes no se habían considerado, que se ignoraban que surgieron como consecuencia de las necesidades del operario.

La experiencia demuestra que el trabajo en grupo de las personas implicadas, hace que los resultados mejoren los objetivos iniciales. Llevar a cabo un análisis detallado del desarrollo del proyecto, incrementa las probabilidades de tener éxito, haciéndolo viable e innovador.

## 7. LINEAS FUTURAS

### 7.1 Corto plazo

A lo largo del desarrollo de la implantación del proyecto han aparecido carencias mejorables. Entre estas ideas están actualmente en proceso:

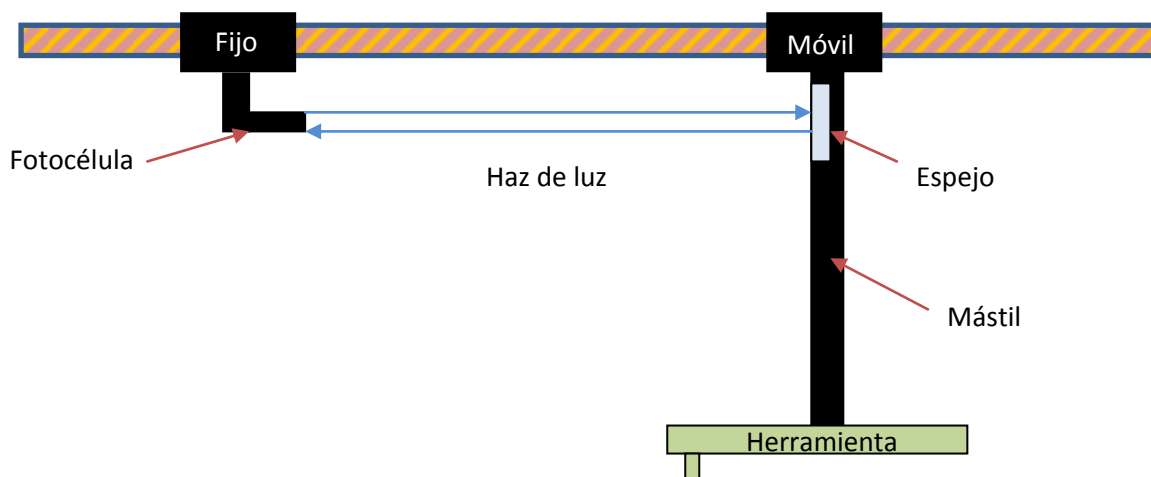
#### Sistema de asignación de datos

La implantación de un nuevo sistema para asignar los datos de las uniones atornilladas a la operación del coche.

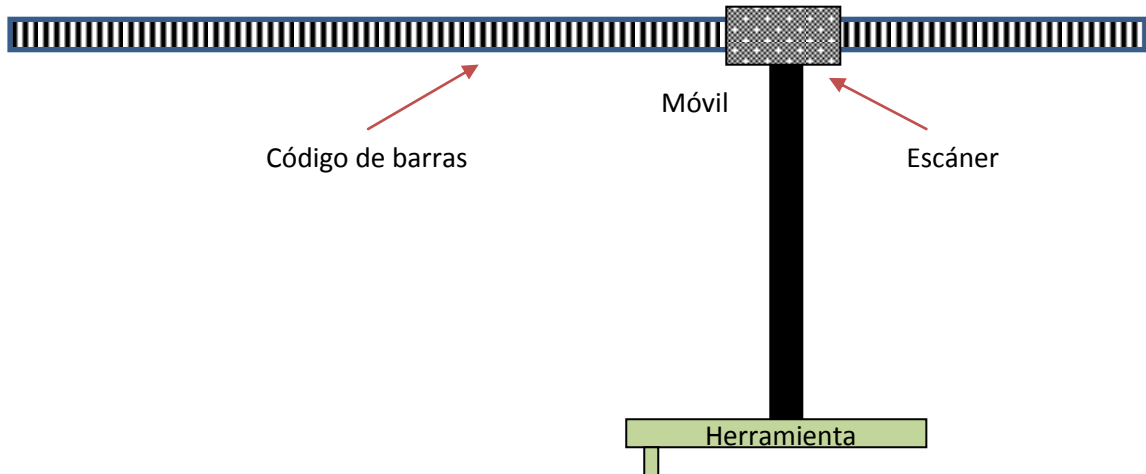
Actualmente se encuentra instalado un sistema de fotocélula (ver figura 7.1). Su principal función es detectar la posición del mástil (ubicación de la herramienta), de esta forma las uniones atornilladas generadas por la máquina se asignan a la operación del coche en función de la zona en el que esta la herramienta.

Para detectar la posición del mástil sobre un soporte rígido y fijo se coloca un sensor que emite luz, revotando en un espejo colocado en el mástil, de tal forma que el sensor detecta a que distancia está el mástil de él. Y con este dato el sistema asigna una unión atornillada a una operación.

En prueba está un sistema que detecta la posición con un escáner de infrarrojos, leyendo un código de barras colocado a lo largo de todo el tacto que recorre el mástil. Este sistema proporciona una precisión de milímetros, mientras que el sistema de la fotocélula se mueve en márgenes de precisión de centímetros.



[Figura 56: sistema de asignación de datos mediante fotocélula]



[Figura 57: sistema de asignación de datos mediante escáner]

## 7.2 Medio plazo

### Modificación en la visualización de la PDA

Como consecuencia de la visualización y del proceso de actuación actual de la PDA, se observó durante las pruebas la necesidad de una modificación de estos aspectos que mejoraran la productividad y comodidad del operario.

Visualización actual: Actualmente el proceso de actuación es:

1. Pinchar en el coche a reparar
2. Pulsar botón ver detalles
3. Pulsar pestaña de operación, coger herramienta y boca.
4. Ir a coche, lectura del código de barras.
5. Pulsar botón retocar, realizar operación con la herramienta.
6. pulsar botón volver.

- 1
- 1
- 2
- 3
- 4
- 4



[Figura 58: progreso de actuación]



Modificación: la propuesta de actuación es:

1. Pinchar el coche que se quiera reparar.
2. Coger herramienta y boca.
3. Lectura del coche
4. Pulsar retocar, realizar operación con herramienta
5. Pulsar volver

- |   |
|---|
| 1 |
| 2 |
| 2 |
| 2 |
| 2 |



[Figura 59: visualización de la propuesta de la PDA]

El objetivo de la modificación es quitar cambios de pantalla, eliminar pasos innecesarios, mayor tamaño a la información y de las pestañas.

Modificación en la base de datos FIS

Se encuentra actualmente en proceso, de manera que las modificaciones de afloje realizadas sean identificables para su posterior utilización en estadísticas, informes y demás tratamientos que sean necesarios.

**7.3 Largo plazo**

El actual proyecto, todavía en continua mejora tiene como objetivo general desde el punto de vista de la empresa, su implantación en todas las naves de la empresa y desde el punto de vista del grupo Volkswagen, su posterior exportación a otras empresas pertenecientes al grupo Volkswagen.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

---

1. **ATLAS COPCO.** Atlas Copco. *Atlas Copco*. [En línea] 2014. [Citado el: 26 de 05 de 2015.] [http://www.atlascopco.cl/Images/Power\\_Focus\\_4000\\_STR21\\_ac0038480\\_192.jpg](http://www.atlascopco.cl/Images/Power_Focus_4000_STR21_ac0038480_192.jpg).
2. Crystal. *Crystal*. [En línea] [Citado el: 1 de 06 de 2015.] <http://www.nzdl.org/gsd/collect/gtz/archives/HASH01bb.dir/p27.gif>.
3. **POST- EXPO 2015.** POST- EXPO 2015. *POST- EXPO 2015*. [En línea] 1 de 10 de 2015. [Citado el: 25 de 05 de 2015.] [http://www.postexpo.com/09\\_review.php?n=why](http://www.postexpo.com/09_review.php?n=why).
4. **ATSI, s.l.** ATSI. *ATSI*. [En línea] 2013. [Citado el: 15 de 05 de 2015.] <http://www.atsi.es/imagescatweber/procesos.pdf>.
5. **Martinez, Enrique zayas y Jordi.** Universitat Politècnica De Catalunya. *Universitat Politècnica De Catalunya*. [En línea] 2008. [Citado el: 29 de 05 de 2015.] <http://em.upc.edu/ca/docencia/estudis-de-grau/etseib/TFTM/quadern-de-treball/versio-castellana/leccion-8>.
6. IDQ S.A. *IDQ S.A.* [En línea] [Citado el: 2 de 06 de 2015.] <http://www.idqsa.net/lo-que-nosotros-sabemos/par-de-apriete-torque/>.
7. Coches.net. *Coches.net*. [En línea] 18 de 09 de 2014. [Citado el: 3 de 06 de 2015.] <http://debates.coches.net/showthread.php?252487-VW-Polo-GTi-2015-190-cv-y-cambio-manual>.
8. TP-LINK. *TP-LINK*. [En línea] [Citado el: 4 de 06 de 2015.] [http://www.tp-link.es/resources/images/products/gallery/TL-SF1008P\(UN\\_03.jpg](http://www.tp-link.es/resources/images/products/gallery/TL-SF1008P(UN_03.jpg).
9. LINKSYS. *LINKSYS*. [En línea] [Citado el: 4 de 06 de 2015.] <http://www-stg.linksys.com/en-latam/products/accesspoints/WAP54G>.
10. EB. *EB*. [En línea] [Citado el: 4 de 06 de 2015.] <http://www.electronicaburriana.net/es/cable-de-red/2068-mc-856-cat6-utp-rigido-250mhz-pvc-300m.html>.
11. wiseGEEK. *wiseGEEK*. [En línea] [Citado el: 4 de 06 de 2015.] <http://images.wisegeek.com/cat-5-cable-with-rij45-plug.jpg>.

### INFORMACIÓN CONFIDENCIAL

#### 12. *Manual interno de empresas:*

- *Drilco*
- *Cleco*

#### 13. *Documentación interna de Siemens.*

# ANEXOS

## ANEXO 1 – DICCIONARIO TÉCNICO

---

G.R.C.: *Grupo regulación de calidad*. Es una palabra utilizada para definir el tacto de retoque, al igual que se puede utilizar PAC o tacto de retrabajo.

PAC: *Puesto de atornillado centralizado*.

Retrabajo: *Reparación*.

Trazabilidad: *Estandarización de proceso productivo*. Consiste en crear un estándar en la manera de operar y crear registros (información) de los pasos tomados en el proceso.

Servidor de estadísticas de pares de apriete: *Sistema de almacenamiento de datos*.

Apriete: *Unión atornillada*.

Retocar: *Acción de retrabajar*.

F.I.S.: *Cartilla digital de registros del vehículo*.

FIFO: *Base de datos para contrastar la misma información por distintos caminos*. Es una forma de checkear dos datos que deben tener el mismo valor pero tomados desde diferentes fuentes (Es un sistema de seguridad).

Mástil: *Soporte para asignación de vehículos y ubicación de la herramienta*.

## ANEXO 2 – FORMACIÓN

Operación	T	Fecha	Bastidores	T	Fecha	Bastidores	T	Fecha	Bastidores	T	Fecha	Bastidores	T	Fecha	Bastidores	T	Fecha	Bastidores
BOMBA GUÍA DERECHA LÍNEA GP	C	25-feb	6RZFY271508				B	5-mar	6RZFY278363				A	11-mar	6RZFY282647			
		205	6RZFY271713			275		6RZFY278638			169	6RZFY282816						
CINT ANT DRCH GUÍA	C	25-feb	6RZFY271508				B	5-mar	6RZFY278363				A	10-mar	6RZFY281165	A	11-mar	6RZFY282647
		205	6RZFY271713			275		6RZFY278638			287	6RZFY281452		169	6RZFY282816			
CINT ANT IZQ GUÍA	C	25-feb	6RZFY271508				B	5-mar	6RZFY278363				A	10-mar	6RZFY281165	A	11-mar	6RZFY282647
		205	6RZFY271713			275		6RZFY278638			287	6RZFY281452		169	6RZFY282816			
CINT POST DOBLES INTERMEDIOS				C	26-feb	6RZFY272928	B	5-mar	6RZFY278363	A	9-mar	6RZFY280048	A	10-mar	6RZFY281165			
			165		6RZFY273093	275		6RZFY278638	66		6RZFY280114	287		6RZFY281452				
MASA NEGATIVO + MASA LARGUERO DERECHO				C	26-feb	6RZFY272928	B	5-mar	6RZFY278363				A	10-mar	6RZFY281165			
			165		6RZFY273093	275		6RZFY278638	287		6RZFY281452							
MASA COCKPIT A TUNEL	C	25-feb	6RZFY271508				B	5-mar	6RZFY278363	A	9-mar	6RZFY280048	A	10-mar	6RZFY281256			
		205	6RZFY271713			275		6RZFY278638	66		6RZFY280114	196		6RZFY281452				
MASAS COFRE MOTOR				C	26-feb	6RZFY272928	B	5-mar	6RZFY278363				A	10-mar	6RZFY281165			
			165		6RZFY273093	275		6RZFY278638	287		6RZFY281452							
POSITIVO PLANCHA BATERÍA	C	25-feb	6RZFY271508				B	5-mar	6RZFY278363				A	10-mar	6RZFY281380			
		205	6RZFY271713			275		6RZFY278638	72		6RZFY281452							
SERVO GUIA DRCH SUPERMERCADO GP																		
TERMINALES FUSIBLE BATERIA				C	26-feb	6RZFY272928	B	5-mar	6RZFY278363				A	10-mar	6RZFY281380	A	11-mar	6RZFY282647
			165		6RZFY273093	275		6RZFY278638	72		6RZFY281452	169		6RZFY282816				
TUBOS BOMBA ABS JUNTO A SERVO				C	26-feb	6RZFY272928	B	5-mar	6RZFY278363				A	10-mar	6RZFY281165			
			165		6RZFY273093	275		6RZFY278638	287		6RZFY281452							
TUBOS BOMBA ABS PARTE EXTERNA				C	26-feb	6RZFY272928	B	5-mar	6RZFY278363				A	10-mar	6RZFY281380			
			165		6RZFY273093	275		6RZFY278638	72		6RZFY281452							
TUBOS BOMBA ABS PARTE INTERNA																		
TUBOS BOMBA ABS SERVO	C	25-feb	6RZFY271508				B	5-mar	6RZFY278363				A	10-mar	6RZFY281165			
		205	6RZFY271713			275		6RZFY278638	287		6RZFY281452							
TUBOS BOMBA ABS SERVO SUPERMERCADO																		
TUBOS CALEFACTOR A PLACA				C	26-feb	6RZFY272928	B	5-mar	6RZFY278363				A	10-mar	6RZFY281165	A	11-mar	6RZFY282647
			165		6RZFY273093	275		6RZFY278638	287		6RZFY281452	169		6RZFY282816				

### ANEXO 3 – CONTROL DE INCIDENCIAS

Observaciones / análisis del fallo	Categoría del fallo
Fallo de conexión de la PDA. Caso en el que la PDA marcaba un fallo de conexión.	A
Cuando estamos dentro de un controlador y usamos las herramientas de retrabajo se nos queda la herramienta pillada y ocurren muchas cosas anormales que no tienen ningún razonamiento lógico	A
Problema de carga de baterías	A
Cuando la PDA se deja de utilizar varios días encendida en el momento de querer usarla da fallo de conexión	B
definir color blanco de embocadura ( color en selector crea conflictos porque significa dos cosas).	C
Con la herramienta de línea no son capaces de validar una operación después de un rojo aunque este venga aflojado.	C
los coches que llegan sin datos ( son coches que van de baja) no se diferencian de los datos que van ok.	B
El operario de línea no es capaz de poner una operación verde una vez generado un rojo aunque la operación sea correcta.	C
Se producen transmisiones de datos erróneas. Se envían datos a coches que no deberían.	A