

Maquinaria de punto: desarrollo y vigencia en el diseño actual

Resumen

Este artículo analiza la historia y la actualidad de la pequeña maquinaria de punto, su relación con la programación y las posibilidades de creación de motivos *Jacquard*. Se analiza cómo en los últimos años se ha revitalizado el uso de estas máquinas auspiciado por las relaciones colaborativas de usuarios en red y el interés por las producciones sostenibles, personalizables y de corta tirada. Por último, se propone un modelo para el diseño de patrones modulares para tarjetas perforadas apoyado en herramientas informáticas.

Miriam-Luisa González
Master en Arquitectura
Facultad de Bellas Artes
Universidad del País Vasco – UPV/
EHU. Bilbao, España
miryamlgonzalez@gmail.com
[/orcid.org/0000-0002-9437-8738](https://orcid.org/0000-0002-9437-8738)
Google Scholar

Recibido: Julio 5 de 2016

Aprobado: Octubre 17 de 2016

Palabras clave:

Diseño, *Jacquard*, máquinas de punto, patrones, programación



Knitting machinery: development and validity in the current design

Abstract

This paper analyzes the history and the present of the small knitting machinery, its relationship with programming and the possibilities of creating Jacquard patterns. How the use of these machines has been revitalized in recent years supported by collaborative relationships of users and the interest in sustainable, personalized and short run productions is analyzed. Finally, a model for the design of modular patterns for punch cards supported on computer tools is proposed.

Key words:
design, *Jacquard*, knitting
machines, patterns,
programming

Introducción

Los textiles jugaron un importante papel en los inicios de la revolución industrial y los comienzos de los diseños en serie. Actualmente vivimos lo que algunos autores denominan una “nueva revolución industrial”, basada en el fácil acceso a las herramientas de fabricación digital y a la producción personalizada de productos.

En el presente trabajo se estudia cómo la pequeña maquinaria de punto conecta con esta tendencia global, analizando su historia hasta nuestros días. En primer lugar se describen los géneros de punto y su construcción mediante herramientas mecánicas. A continuación se estudian las relaciones entre esta maquinaria y el diseño y programación de motivos en los tejidos, viendo la casuística particular de las máquinas de pequeño formato. Se prosigue con la exposición de las corrientes actuales de recuperación de tricotas, movimientos con desarrollo a través de Internet y al margen de la industria de manufactura tradicional. Por último, se propone un modelo para el diseño de motivos modulares y ejecución de tejidos a través de tarjetas perforadas.

Se argumenta en las conclusiones cómo los valores que aportan estas máquinas coinciden con algunos de los principales focos de interés del diseño en la actualidad: la sostenibilidad, el desarrollo creativo a través de la informática, los entornos de trabajo colaborativos y los proyectos basados en la fabricación digital y a pequeña escala.

1. La construcción de los géneros de punto

La industria textil está ligada históricamente al desarrollo del diseño industrial. Renato de Fusco describe estas relaciones en su explicación de los inicios de la revolución industrial, con origen hacia 1760 y desarrollo en las seis décadas

posteriores (De Fusco & Izquierdo, 2005). El autor sostiene que se generó una división del trabajo y especialización en los sectores productivos apoyada sobre los avances tecnológicos de ese momento. Dentro de esos avances destacaron las hiladoras y telares, que sirvieron de base a las primeras concentraciones de trabajo especializado del sector textil. En este contexto es donde en 1589 el reverendo William Lee presenta su *Stocking frame*, primera máquina para la producción de tejido con base de malla.

El género de punto en su forma más simple o “punto por trama” consta de filas de bucles construidas a partir de un hilo continuo que avanza de un lado a otro de la tela o pieza, construyendo la malla por medio de agujas de tipo ganchillo o prensa. La máquina de Lee, pensada inicialmente para calcetería, supone el origen de todas las máquinas de confección de géneros de punto actuales. Hasta su aparición, el proceso para la ejecución de estos tejidos era únicamente manual. La mecanización multiplicó las posibilidades de producción de medias abaratando el proceso y el producto final. Por otro lado se precarizaron las condiciones laborales de los artesanos y comenzaron los conflictos entre los dueños de la maquinaria y los trabajadores en las mismas. En ese contexto, hacia 1810 surge el movimiento denominado ‘ludismo’ que relaciona la introducción de la maquinaria textil con la mala situación laboral y social del momento. Los luditas convirtieron a los “telares de punto” en un objetivo de sabotaje y destruyeron cientos de ellos (Bloy, 2016). Tras estos turbulentos comienzos, las máquinas de punto se afianzan en la industria con posteriores mejoras. Se sustituyen las agujas de ganchillo por las de lengüeta (Townsend, 1853) (figura 1) dando lugar a la creación de tricotosas rectilíneas y circulares y se desarrolla la posibilidad de construir prendas mediante menguados y aumentos (Cotton, 1864) (Soler, 2007). Este modo de ejecución, es análogo a la técnica manual de tejido de punto. Consiste en fabricar las distintas piezas que conforman una prenda exactamente en su tamaño definitivo (aumentando y disminuyendo el número de columnas en la malla

en función del patrón), sin necesidad de recortar posteriormente. Esto implica un ahorro en materias primas, ya que todo el hilo utilizado construye el patrón sin recortes o excedentes, frente a los procesos necesarios para conformar una prenda a partir de un tejido en plano cortado y cosido (Hallett & Johnston, 2010).

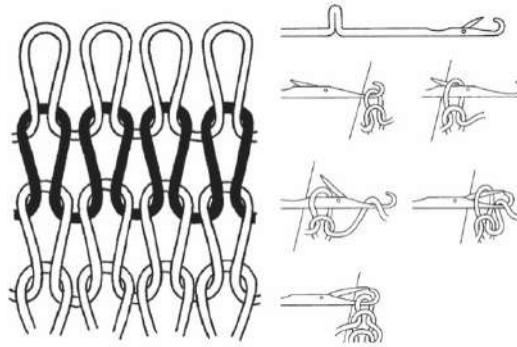


Figura 1. Esquema de mallas de punto marcando el hilo continuo a través de los bucles y aguja de lengüeta en secuencia de formación del bucle.

Una máquina de punto puede estar constituida con una o dos camas de agujas, que se denominan *fonturas*. La fontura es el soporte de las agujas y determina la *galga* de una tricotosa. La galga indica la finura de las agujas y paralelamente los grosores de hilo con los que trabaja la máquina. La galga anglosajona expresa el número de agujas que caben en una pulgada (2,54 cm) (Soler, 2007). Por ello, la indicación numérica de la galga es inversamente proporcional al grosor del hilo utilizado: a mayor galga, mayor número de agujas por pulgada y agujas e hilos más finos (galgas de 2,5 para jerseys gruesos, 18 para prendas finas y 32 para camisetas muy finas) (Hallett & Johnston, 2010). Estas bases son comunes para cualquier tipo de máquina de punto, que pueden ser según la geometría de las fonturas, rectilíneas o circulares.

En 1960 se presenta la primera máquina electrónica y diez años más tarde se introducen las tricotasas con sistemas de diseño y fabricación asistida por ordenador (*computer-aided design (CAD) and computer-aided manufacturing (CAM) systems*) (Au, 2011).

2. Los motivos *Jacquard* y la programación

En el diseño de un género de punto podemos trabajar con patrones geométricos sobre la malla base de dos modos: realizando una variación de textura o realizando cambios de color o fibra para elaborar motivos. En el primer caso modificamos la estructura o tipo de bucle y en el segundo alternamos hilos de diferentes características. En ambos casos obtenemos un tejido de los que denominamos como tipo *Jacquard*. Esta denominación proviene del inventor del primer telar programado para elaborar automáticamente motivos sobre un textil de calada: Joseph Marie Jacquard. Este mecánico y tejedor francés presentó en 1805 un telar que permitía a un único operario fabricar telas con hilos diferentes que forman complicados dibujos (Espinosa, 2000). El dispositivo se accionaba mediante un pedal que cambiaba un paquete de tarjetas de cartón perforadas. Con ellas se elevaban de forma alternativa los hilos de la urdimbre para permitir la variación de superposición de hilos de trama, formando los motivos. Esta innovación supuso una revolución en el mundo textil donde previamente los cambios de hilos para confección de dibujos en las telas debían realizarse manualmente. Por otro lado, el sistema de Jacquard se considera un precedente de la programación informática y de la programación en código binario. La idea de las tarjetas perforadas fue tomada por Charles Babbage y Ada Lovelace en 1833 para diseñar su *máquina analítica*, considerada como la primera computadora. Ada Lovelace, considerada como la primera programadora informática indicaría: “La máquina analítica teje patrones algebraicos igual que el telar de Jacquard teje flores y hojas” (González, 2014, p. 5). En 1880 German Hollerith retomarí­a estas tarjetas para resolver un problema de contabilización en la oficina de censos de EEUU,

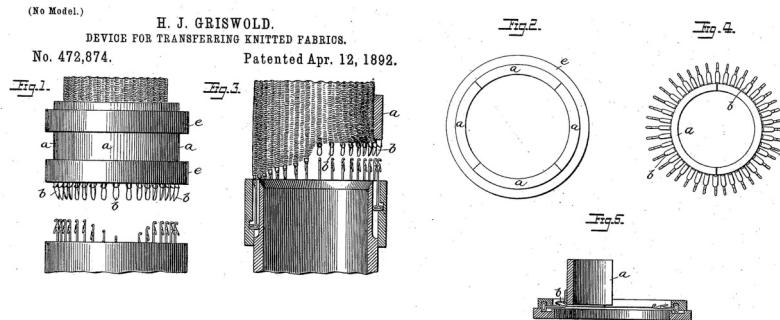


Figura 3. Imágenes de la patente de H.J. Griswold No. 472,874, fechada en 1892 (USPTO. United States Patent and TradeMark Office).

Posteriormente, a partir de la década de 1940, se desarrollan máquinas planas simplificadas para uso doméstico. La primera máquina plana diseñada para uso manual y doméstico fue presentada por Ernst Luchsinger en 1939 en la *Swiss National Exhibition*. Comenzó a producirse bajo la marca *Passap* (abreviatura de *P*Atent *S*chnell *S*trick *A*Parat, que podríamos traducir como “aparato patentado para tejer rápidamente”). Tras la comercialización en Suiza, siguieron las ventas en otros países europeos como Alemania y Francia y en 1954 encontramos la patente en EE UU (figura 4) (USPTO, Luchsinger, E., 1954).

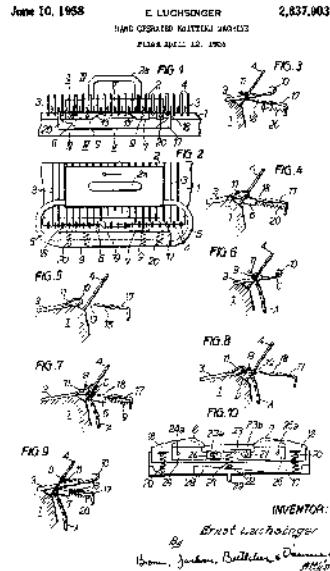


Figura 4. Imágenes de la patente de E. Luchsinger *HAND OPERATED KNITTING MACHINE*, continuación de la patente No. 406,508, archivada en 1954 (USPTO. *United States Patent and Trade Mark Office*).

Posteriormente, se unirán a la fabricación de modelos domésticos distintas empresas desde Europa y Japón, que dominarán el mercado hasta la década de 1990. Las marcas europeas serán *Passap* y *Singer* y las japonesas *Brother*, *Silver Reed* y *Toyota*. Actualmente, sólo *Silver Reed* continúa produciendo y vendiendo máquinas domésticas planas, existiendo un mercado de segunda mano para las otras marcas cuyas tricotosas siguen en uso. Las máquinas circulares, más sencillas y limitadas, se continúan vendiendo también en la actualidad, con simplificaciones que llegan a la construcción de las agujas en plástico en lugar de acero, como la alemana *Addi Express* (figura 5) (Addi Germany, 2016).



Figura 5. Addi Express Professional. Imagen de venta de productos addi (Addi Germany).

Las máquinas planas de pequeño formato se distinguen por tres características que definen su funcionamiento:

42

- I. En primer lugar por su galga, que marca la finura de las agujas y por tanto el grosor de hilo y del tejido resultante.
- II. En segundo lugar existen máquinas de fontura sencilla o de doble fontura, esto es, con una o dos camas de agujas. Sobre las fonturas se desplazan los carros con el hilo que va realizando las mallas que conforman el género de punto. En estas máquinas domésticas los carros se desplazan manualmente, por lo que hay que trasladarlos longitudinalmente a lo largo de la fontura para avanzar en la formación de filas de la malla. Existen motores complementarios para la realización de las pasadas, pero su uso no es habitual.

- III. En tercer lugar encontramos las posibilidades para realizar los dibujos posicionales o motivos repetidos. Aquí encontramos cuatro opciones: las dos primeras no permiten programación alguna de los motivos que ejecutaremos:
 - A. Realización manual de motivos. Las agujas se seleccionan manualmente y se elevan o bajan según queramos que pase o no el hilo por ellas.
 - B. Motivos por selección de agujas por botones. Las agujas se elevan o descenden, apretando botones al realizar cada pasada o fila de la malla.

Las siguientes permiten una programación de un motivo modular a repetir longitudinalmente en el ancho total de la pieza o la programación del ancho total con un motivo completo (Sissons, 2010).

- C. Motivos mediante tarjetas perforadas. La máquina tiene un lector de tarjetas que indican si la aguja sube o baja en función de que el dibujo indicado en la plantilla esté abierto o cerrado. Las tarjetas tienen una anchura que abarca desde 12 hasta 30 puntos repetibles como motivo, dependiendo de la galga de la máquina. La anchura más habitual es la de 24 puntos, para galgas medias. En estos 24 puntos podemos realizar un motivo que se repite longitudinalmente en la anchura total de la cama de agujas (unos 200 puntos, que sería el ancho máximo del tejido). La altura de las tarjetas es variable. Las tarjetas pueden comprarse con motivos predefinidos o pueden manufacturarse con una perforadora trasladando el patrón diseñado a una banda plástica (figura 6).

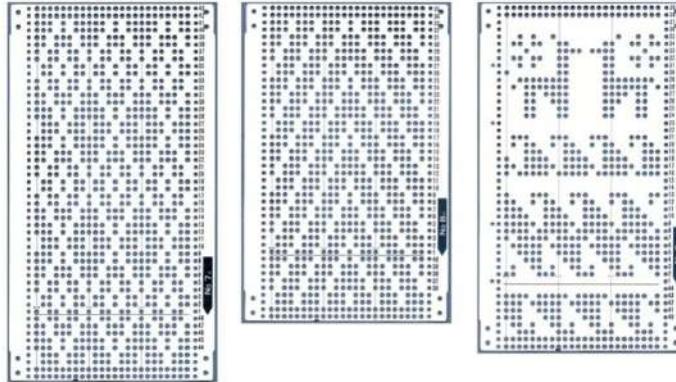


Figura 6. Tarjetas perforadas para la máquina Brother KH260.

D. Motivos electrónicos. La máquina activa mediante electroimanes la subida y bajada de las agujas. Los motivos se cargan en un controlador que regula las posiciones de las agujas. La anchura del patrón puede abarcar la longitud completa de la fontura (unos 200 puntos, según modelo). En esta opción existen diversos tipos de soluciones para programar los diseños, en función de los procedimientos con los que podemos introducir los patrones en el controlador de la tricotosa: cartuchos (figura 7), disquetes o complementos específicos como el *Memomatic* (figura 8) o lectores de hojas Mylar por escaneo (figura 9).

Estos mecanismos de programación se fueron desarrollando a partir de los años 80 en paralelo a la evolución de la informática aplicada al hogar y los ordenadores personales. El final de este proceso lleva a las máquinas electrónicas actuales, controladas por un programa instalado en un ordenador personal desde el que elaboramos nuestros diseños. El programa más utilizado en la actualidad con estas funciones es el *DesignaKnit*, desarrollado por la

compañía británica *Soft Byte Ltd.* Con esta herramienta comercial es posible la programación y diseño motivos y también de los patrones de las piezas que conforman las prendas (Soft Byte, 2016).

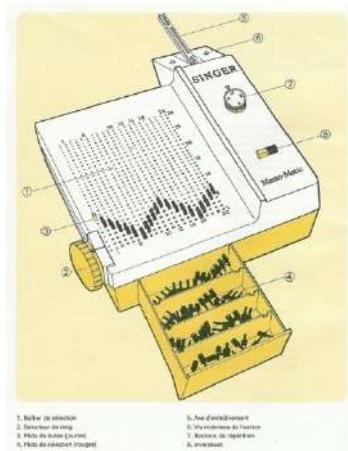


Figura 7. Cartucho de *Brother PPD-110*.
Imágenes del manual de instrucciones.

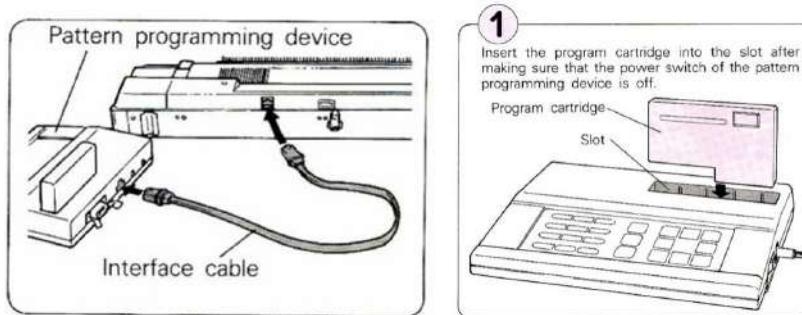


Figura 8. Memomatic de *Singer 2200*. Imagen del manual de instrucciones.

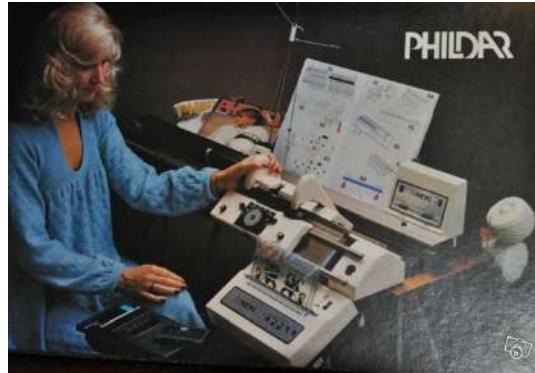


Figura 9. Imagen de venta de *Phildar D120*, tricotosa con lector de motivos por escaneo de hojas Mylar

4. Actuaciones sobre la maquinaria de punto doméstica: movimientos globales gracias a Internet

Actualmente las posibilidades ofrecidas por el intercambio de información de forma global a través de Internet hacen que a partir de un individuo que comparte una experiencia personal, puedan generarse grupos de investigación informales sobre temas muy específicos. Estos temas pueden partir de una afición personal, de un conocimiento científico o bien de una mezcla de ambos.

La electrónica y la programación son áreas donde este tipo de sinergia funciona ampliamente. Concretamente la programación de código abierto, *open source* (Open Source, 2016) fomenta la participación e interacción entre usuarios sobre campos de datos que se van completando en repositorios como *GitHub* (Github, 2016). Los blogs y vídeos en canales de libre acceso son también base de estas redes de intercambio informativo.

La experimentación con tricotosas ha crecido en los últimos años en los contextos descritos. Las intervenciones desarrolladas van desde la pura recuperación de maquinaria electrónica a través de cambios en los controladores de las mismas, hasta la creación de nuevas máquinas construidas con piezas impresas en tres dimensiones. A continuación pasamos a describir algunas de las más significativas.

1. Steve Conklin. *Knitting Machine Hacking*. 2009.

Conklin es un programador que trabaja en proyectos de *software* libre (Conklin, 2016). Comienza a desarrollar un emulador para el disco duro de una tricotosa electrónica *Brother KH-930*, para sustituir su disco original de tipo PDD1 indisponible. A partir de ahí, descubre un grupo de personas trabajando en la misma idea: *Kminternals (Brother Knitting Machines Internals)*, creado por John R. Hogerhuis (Hogerhuis, 2009). Su objetivo es realizar la ingeniería inversa de los formatos, mapas de memoria y componentes electrónicos de las antiguas tricotosas electrónicas *Brother*. En este grupo se ponen en común los avances respectivos. Finalmente, Conklin consigue implementar el emulador de disco que controla la tricotosa y permite introducir dibujos para tejer desde un ordenador actual. Consigue de esta forma '*hackear*' la máquina original controlándola desde un ordenador contemporáneo en lugar de su controlador electrónico original. El hallazgo resulta sumamente atractivo, pues por un lado permite la recuperación de máquinas donde fallaban sus elementos electrónicos y por otro permite la introducción de patrones personalizados *Jacquard* con un ordenador personal y abre las posibilidades creativas para estas máquinas.

1. Becky Stern. *Electro-knit (Hacking the Brother KH-930E Knitting Machine)*. 2010.

Stern, actualmente dentro de la plataforma *Adafruit* (Stern, 2010), comparte un tutorial donde explica el proceso completo para conectar el modelo de tricotosa de Conklin a un ordenador personal. El proceso pasa por realizar un cable adaptado a la conexión de la tricotosa y comunicar a esta con el ordenador por medio de lenguaje de programación *Phyton* (Stern, 2010). Las explicaciones se completan con un video donde Stern expone cómo tejer cualquier dibujo con su tricotosa *hackeada*. Este video, disponible en la plataforma *Youtube* da una gran visibilidad a las actuaciones sobre tricotosas. Supera actualmente las 98.000 visitas (Stern, 2010).

3. AYAB All Yarns Are Beautiful. 2014 – actualidad.

El proyecto AYAB continua la senda abierta por Conklin y amplía los modelos de máquinas posibles a modificar al rango de modelos *Brother KH-9xx*, abriendo así las posibilidades de encontrar antigua maquinaria a la que dar una nueva vida. (AYAB, 2014). Por otro lado, introduce una simplificación para controlar las tricotosas al implementar una placa *Arduino* (de bajo coste y programación sencilla) como microcontrolador.

4. Davi Post. *Img2track* (Post, 2014) 2014 – actualidad.

El programador Post, a través de su plataforma *DaviWorks* revisa y actualiza las instrucciones de Stern, incluye las máquinas de las series *Brother KH-9xx* y explica cómo conectar las tricotosas con un cable modificado que adapta las entradas de éstas a un cable USB. Adicionalmente, desarrolla un programa de libre descarga llamado *Img2track*. Su funcionalidad consiste en leer archivos de imagen y transformarlos en datos para patrones a tejer por las máquinas *Brother* conectadas mediante el cable modificado.

5. Fabienne Serriere. *KnitYak scarf*. Proyecto financiado a través de *Kickstarter* lanzado en 2015, en activo.

Serriere comienza modificando una máquina a través de la metodología Conklin-Stern (2011) y con ella teje “bufandas matemáticas” (Serriere, 2015). Los patrones *Jacquard* tejidos por Serriere se basan en algoritmos matemáticos escritos en código informático, generando patrones aleatorios. Los códigos se basan en los *autómatas celulares*, modelos matemáticos para sistemas dinámicos que evolucionan en pasos discretos (VVAA, 2016). De este modo, todas las bufandas tejidas son diferentes entre sí. A partir de sus investigaciones en la máquina doméstica lanza el proyecto de financiación colectiva *KnitYak* para producir las bufandas en una pequeña factoría en Seattle.

6. Mar Canet and Varvara Guljajeva. *SPAMpoetry. NeuroKnitting. Circular Knitic*. 2012 – actualidad.

Canet y Guljajeva se auto-definen como creativos entre los límites del arte y la tecnología (Canet & Guljajeva, 2016). Bajo esta premisa han trabajado en proyectos relacionados con las máquinas de punto desde 2012. Su primera obra en este ámbito se denomina *SPAMPoetry*. Inspirados por Conklin, Stern y otros miembros de las plataformas en red como Fabienne Serriere y Travis Goodspeed, modifican la tricotosa *Brother KH940* incluyendo una placa *Arduino*. Con ella tejen una serie de “poemas visuales” a partir de una colección de mensajes *spam*. En su segundo proyecto: *NeuroKnitting* (2013), en colaboración con Sebastián Mealla realizan una medición de ondas cerebrales de distintos individuos, transformándolas en patrones tejidos en la tricotosa modificada (Guljajeva & Sola, 2013).

El tercer proyecto de este equipo, *Circular Knitic*, traspasa los límites de las máquinas modificadas y se adentra en la creación de nuevas máquinas de

punto (Canet & Guljajeva, 2014). El trabajo, presentado entre 2014 y 2015, se apoya en la programación de código abierto y en la fabricación digital. De esta forma, se ha realizado la ingeniería inversa de la maquinaria de punto existente y se ha generado un mecanismo que es posible replicar con las actuales herramientas disponibles en entornos de fabricación digital como los *Fab Labs* (acrónimo del inglés *Fabrication Laboratory*) (FAB, 2016). Mediante máquinas de impresión 3D y cortadoras láser se conforman la mayoría de las piezas de la tricotosa circular (figura 10) que se completan con algunas piezas de mecánica estandarizada. El conjunto puede replicarse a partir de las instrucciones de construcción y los modelos tridimensionales facilitados en el repositorio *GitHub* (Github, 2016). El proyecto ha sido galardonado en los premios *FabLab Awards 2015* (Fab Foundation, 2016).

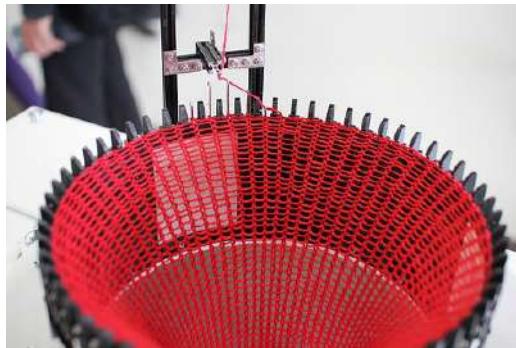


Figura 10. *Circular Knitic*. Tricotosa circular de código abierto.
Fuente: Varvara & Mar (Canet & Guljajeva).

1. Gerard Rubio. *OpenKnit*. 2014.

Este proyecto se sitúa en la misma línea de actuación que el anteriormente comentado *Circular Knitic*. Rubio parte de los avances realizados por Canet y

Guljajeva, con los que colabora para desarrollar el *software* base de la máquina. *OpenKnit* se controla desde la programación de una placa *Arduino* (Rubio, 2014). El propósito de partida es crear un prototipo que pueda reproducirse por parte de cualquier persona interesada que desee construir su propia máquina plana de punto. Sin embargo, a diferencia del proyecto de la máquina circular, las piezas utilizadas no son únicamente piezas reproducibles por impresión digital, corte láser y elementos de unión estándar. El mecanismo consta de éstas pero también de agujas específicas de las tricotosas comerciales (figura 11). Debido a ello y a la complejidad del conjunto, las posibilidades reales de replicación de la máquina quedan más limitadas que en el caso de la tricotosa circular previamente descrita. El trabajo permanece abierto a futuro desarrollo y se ha estudiado como un ejemplo de futuro posible para la introducción de la cultura de fabricación digital dentro de las prendas de vestir. Permitiría una alta implicación en el proceso de manufactura y personalización de las prendas al usuario final de las mismas (Stam, Van der Velden, Rubio & Verlinden, 2014).



Figura 11. *OpenKnit*. Tricotosa rectilínea de código abierto.
Fuente: Gerard Rubio (Rubio).

5. Modelo para la creación de motivos de repetición modulares para maquinaria de tarjetas perforadas

Dentro de las posibilidades de generación de motivos que hemos descrito en el epígrafe 3, la opción III.C ha resultado un método consolidado y robusto que sigue comercializándose en nueva maquinaria como la ofrecida por la casa japonesa *Silver Reed*.

Al plantear un diseño de repetición modular de un motivo partiremos de las propias características de la herramienta de tejido que nos da dos opciones: La primera resulta de que la tricotosa esté conformada con doble fontura. Podremos entonces realizar tejidos propiamente denominados *Jacquard*, donde las bastas de hilo trasero al motivo sean tejidas y obtendremos así un tejido reversible. La segunda opción la tenemos en maquinaria de una sola fontura. Aquí los motivos aparecerán en el haz del tejido mientras que en el envés aparecerán las bastas o hilos pasantes como mallas retenidas. Es el modo más sencillo de obtener dibujos "*Jacquard* a una fontura" (Soler, 2007). Este tipo de tejido también se denomina *Fair Isle* (Sissons, 2010). Los motivos tradicionales alternan varios hilos que pueden tener desde dos a múltiples colores. Si trabajamos con una base de hilos de dos tonos, la programación de las fichas perforadas se basará en la diferenciación del fondo opaco de la tarjeta que se corresponderá con el hilo principal y los puntos perforados que se tejerán con el hilo de contraste.

5.1 Consideraciones previas

Como se ha señalado, las máquinas con una galga estándar llevan tarjetas con 24 puntos repetibles. Los motivos deben realizarse de un ancho que sea un número de mallas divisible por 24: 2, 3, 4, 6, 8, 12 ó 24 agujas de ancho. Su longitud mínima será de 36 puntos (si el motivo es de un tamaño menor se repite hasta esos 36 puntos) y las tarjetas comúnmente llevan 60 puntos.

En el tejido hay más pasadas que columnas, por eso en la ficha el diseño parece alargado. Para apreciar el resultado final debemos considerar que el tejido se asimila a rectángulos que acortan el alto del punto que en la ficha se representa como una retícula de altura y anchura homogénea.

5.2 Diseño de los motivos

Una estructura modular resulta de la repetición de elementos que en el caso que nos ocupa se basarán en la retícula de puntos a tejer por la tarjeta. Esa será una primera limitación dimensional que afectará a nuestro diseño. El siguiente paso es considerar el tema, sus referentes visuales y los elementos compositivos que conformarán nuestro diseño. Una vez definido el motivo habrá que valorar su encaje repetitivo, considerando el conjunto. Por último, pasaremos la retícula que contiene el diseño a la tarjeta base sobre la que perforaremos los puntos planteados.

5.3 Herramientas disponibles

5.3.1 Herramientas tradicionales

Para el planteamiento convencional del tejido a mano, la herramienta más utilizada es el papel cuadrículado. Para el diseño de motivos para tarjetas perforadas la cuadrícula se mantiene como requerimiento de base, por tanto es igualmente un método de trabajo válido. Será útil apoyarse en un papel de esbozo sobre la cuadrícula para realizar las pruebas de los motivos.

5.3.2 Aplicaciones informáticas

Dentro de las posibles herramientas existentes en la actualidad nos centraremos en aquellas que no requieren una licencia específica con coste económico asociado para el desarrollo de los motivos. Así, analizaremos tres herramientas

de uso gratuito y acceso *online* y una herramienta de escritorio de uso general en diseño adaptada a la finalidad de este estudio. Se ha seleccionado la aplicación *Adobe Illustrator* por ser una herramienta común entre los diseñadores textiles o de moda.

Para la valoración de las distintas posibilidades propuestas se ha partido de una imagen sencilla con alto valor icónico que permite la simplificación de la forma y su presentación como elemento contrastado figura-fondo (figura 12). La pregnancia de la forma del motivo (Arnheim & Fernández-Campoamor, 2002) nos permitirá reconocer la figura y valorar los resultados obtenidos al utilizar cada una de las aplicaciones con esta figura como elemento a repetir.



Figura 12. Imagen utilizada para las pruebas de uso de las herramientas informáticas.

5.3.2.1 Herramientas *online*

5.3.2.1.1 *Stitchboard. Free Pattern Wizard*

Esta primera herramienta se encuentra dentro de una web que se presenta como una comunidad de usuarios aficionados a las actividades relacionadas con la costura y el tejido. Ofrecen distintos servicios gratuitos y algunas

funcionalidades ampliadas mediante el abono de cuotas y suscripciones a servicios. Entre ellas se encuentra una utilidad para generación de motivos adaptados a cuadrículas para punto a partir de una imagen en mapa de bits (V.V.A.A., 2016). La utilización es bastante sencilla y permite cierta personalización que incluye el número de puntos a los que adaptar la imagen de partida. En nuestro caso esa adaptación serán los 24 puntos de la tarjeta base.

Tras cargar el archivo de imagen procedemos a completar las características seleccionables: uso para tejido, número de tonos y número de puntos. El archivo se descarga en formato GIF. La simplificación formal obtenida en el caso de estudio permite la identificación de la figura. Sin embargo, los puntos se generan automáticamente y no cabe rectificación posible de la forma o de su encaje dentro de la cuadrícula. Estos aspectos hacen que su uso como herramienta proyectual para un diseño quede muy limitado.

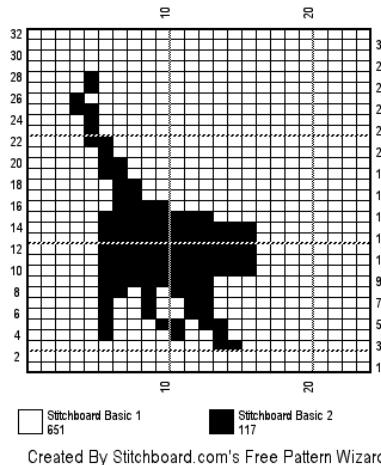


Figura 13. Imagen obtenida con la herramienta *Free Pattern Wizard*.

5.3.2.1.2 *KnitPro*

KnitPro se ofrece como un proyecto de código abierto y software libre. Es posible la descarga de la aplicación y su modificación. El proyecto se encuadra en las acciones del colectivo *microRevolt*. Con sede en Brooklyn, Nueva York, se presenta como un grupo de investigación y activismo centrado en los procesos de globalización en la fabricación industrial y sus relaciones con el arte media y la artesanía. En ese contexto presentan la herramienta *KnitPro 1.1* en 2005. Actualmente se puede acceder a la aplicación en línea en su versión 2.0 sin necesidad de descarga o instalación (MicroRevolt, 2016). El colectivo presenta la herramienta para desarrollar dibujos o textos personalizados al margen de la “hegemonía de la industria capitalista” (MicroRevolt, 2016). Su utilización se basa en una selección previa del tamaño de la imagen donde se ofrecen tres opciones basadas en el tamaño de la imagen hasta 160 píxeles por pulgada y una opción de formato que varía las filas de la cuadrícula base entre tres alturas. Como aspectos negativos señalaremos que no es posible elegir el número de colores y no se contempla el ajuste a 24 columnas. Al igual que en la herramienta previa los puntos se generan automáticamente y no cabe rectificación posible de la forma o de su encaje dentro de la cuadrícula. Facilitan la descarga del archivo resultado en formato PDF. Este aspecto es valorable de forma positiva ya que permite la edición vectorial posterior del mismo para suplir las carencias enunciadas.

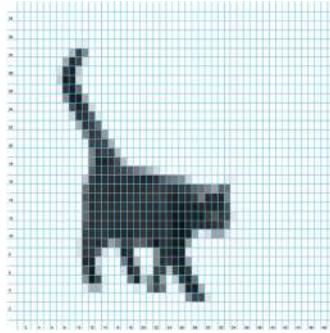


Figura 14. Imagen obtenida con *KnitPro 2.0* de *microRevolt*.

5.3.2.1.3 *OknitMe*

OknitMe es el segundo proyecto de código abierto que se ha valorado. Está desarrollado por el colectivo italiano *Serpica Naro*, grupo auto-gestionado de origen milanés. *OknitMe* se presenta en la *Maker Fair Rome* en septiembre de 2013 y permanece desde entonces activo en la página web desarrollada a tal efecto *OknitMe* (2016). El objetivo del proyecto es fomentar el uso de máquinas con tarjetas perforadas abaratando el coste y acceso a las tarjetas. Se trata de una aplicación que transforma una imagen en mapa de bits en un dibujo vectorial integrado en una plantilla de las tarjetas que usan la mayoría de las tricotasas comerciales de galga estándar. Genera un archivo que podremos transformar en tarjeta física a través de una máquina de corte conectada al ordenador, ya sea mediante láser o cuchillas. Por tanto, vemos como se supera la mera creación del motivo de imagen para abarcar la parte física de la realización de tarjetas. Esto puede ser de gran utilidad al suplir la necesidad de materiales comerciales específicos: las bases plásticas y las perforadoras de tarjetas.

Se parte de la carga de la imagen que queremos convertir y la aplicación facilita la descarga del archivo en el formato vectorial SVG (figura 15).

La generación de la imagen es algo básica y como patrón completo no obtenemos una definición precisa. Por tanto, la herramienta presenta una carencia en el aspecto de diseño del patrón. Sin embargo, es interesante valorar su utilización a partir de un diseño más preciso y completo para la creación de la tarjeta físicamente.

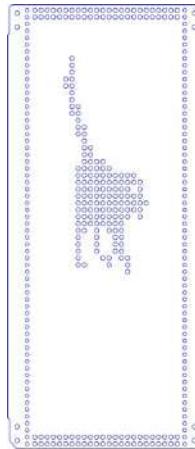


Figura 15. Imagen de la tarjeta de (24x60) puntos obtenida mediante OKnitMe.

5.3.2.2 Herramientas de escritorio: *Adobe Illustrator*

Esta última opción de trabajo permite todas las posibilidades de edición que un diseñador necesita para la correcta ejecución de un motivo. Las líneas son vectoriales y la precisión dimensional es exacta. Para este estudio se ha planteado

un método simplificado que permita una sistematización de operaciones para plantear los patrones a repetir. En primer lugar se parte de la matriz que sirve de base a la tarjeta perforada. Se toma como base el estándar de 24x60 puntos. Se ejecutan mediante la herramienta “cuadrícula rectangular” definiendo 23 divisores verticales y 59 horizontales. Para el tamaño del conjunto se define una anchura de 72x240 milímetros. Estas dimensiones se han calculado de acuerdo al tamaño del punto de trabajo estimado en 3x4 mm. Esta variable habrá de modificarse en caso de cambiar la selección de grosor de hilo y tensión de trabajo de la máquina. De esta forma obtenemos la base para la tarjeta en forma de filas y columnas. Podremos utilizar como base la imagen usada previamente y sobre ella ejecutaremos controladamente el relleno de puntos de nuestro motivo. Mediante la herramienta “Pintura interactiva” se simplifica este proceso, permitiendo la realización del patrón en un tiempo optimizado. Por último, valoraremos el encaje del motivo dentro de la tarjeta, su posible repetición dentro de la altura de la tarjeta y el efecto de conjunto (figura 16). Estas dos últimas tareas, así como la simplificación controlada de la forma, no están a nuestro alcance con ninguna de las anteriores herramientas informáticas estudiadas.

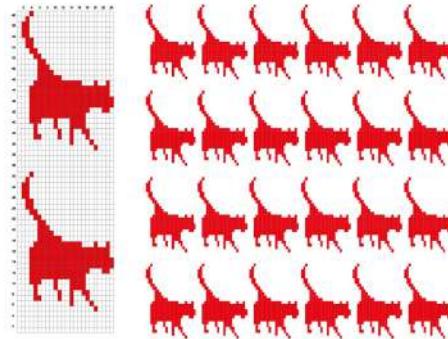


Figura 16. Imagen de la tarjeta completada como patrón repetible dentro de la estructura de filas y columnas (derecha) y efecto de conjunto (izquierda).

Con esta última imagen se procede a la perforación punto a punto del acetato base para la creación de la tarjeta perforada. Tras la inserción en la máquina rectilínea se obtiene el tejido de la figura 17. Se puede apreciar que la altura de los dibujos se reduce ligeramente y hace la figura algo achatada respecto a la previsión inicial del diseño. También vemos que los motivos quedan reflejados verticalmente, quedando las figuras dirigidas en sentido inverso al diseñado. Por otro lado se observan algunos errores en la ejecución material del tejido. Deberá analizarse en trabajo posterior si estos errores proceden de la calibración de tensiones para el grosor de hilo utilizado o si por el contrario provienen de algún fallo en la ejecución de la tarjeta perforada, ya sea por el tamaño de los motivos o por errores físicos en las perforaciones.

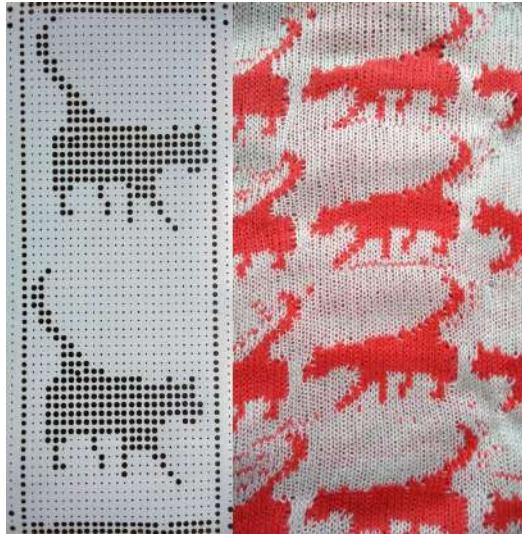


Figura 17. Tejido (derecha) obtenido con el patrón definido en la figura 16 a partir de tarjeta perforada (izquierda).

Resultados

Tras el estudio de la trayectoria de las máquinas de punto, desde sus orígenes hasta llegar a las aplicaciones actuales de tricotados domésticos, defenderemos a continuación su uso como herramienta para el diseño de productos en el siglo XXI. Para ello utilizaremos tres argumentos principales:

I. La perspectiva ecológica

El primero parte de la necesidad de diseños y producciones sostenibles, lo cual suele agruparse bajo la etiqueta de *eco-diseño*. La fabricación de prendas de punto con la técnica tradicional de “prendas minguadas” (*fully fashioned* en terminología anglosajona), hace que el desperdicio de fibras sea prácticamente nulo, frente a la confección de tejidos de calada confeccionados por corte y cosido que generan un desperdicio de tejido de entre un 50% a un 17% (Sissons, 2010) (figura 10).

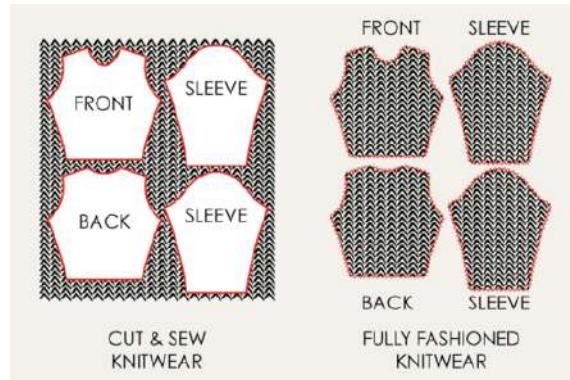


Figura 18. Comparativa entre desperdicio de tejido en ejecución por corte y ejecución por minguados.
Fuente: *The cutting class* (The cutting class, 2016).

Como indican Vallet y Eynard, para encontrar soluciones de diseño centradas en el eco-diseño, uno de los factores principales en la estrategia frente al impacto ambiental es la reducción del uso de materias primas (Vallet et al., 2013). Por tanto, el diseño y fabricación de prendas con la técnica aportada por las tricotasas permite actuar de raíz eliminando residuos y ahorrando materiales, siendo así una técnica dentro de los parámetros de diseño sostenible.

II. Tricotar y programar

El segundo argumento se basa en lo presentado en el epígrafe tercero del presente trabajo: las conexiones entre tejidos y programación subyacen en sus respectivas historias de avance industrial. Esta relación nos permite continuar explorando vías de trabajo en el diseño del siglo XXI, tanto por medio de los controladores de las tricotasas, como de los patrones *Jacquard* en punto propiamente como motivos de diseño y su desarrollo proyectual mediante el uso de los ordenadores y la programación.

III. Aprender a diseñar aprendiendo a fabricar

El tercer argumento se apoya en el hecho de que las tricotasas son máquinas que permiten fabricar productos finales, análogos a los obtenidos industrialmente. Harrison, Earl y Eckert defienden que los ejercicios de manipulación de maquetas son un desencadenante para implementar mejoras en los procesos de diseño (Harrison, Earl & Eckert, 2015). En esa misma dirección apunta Gürsoy cuando incide en la incorporación del trabajo con los materiales dentro de los procesos proyectuales, más allá del pensamiento visual (Gürsoy & Özkar, 2015). Por último, en defensa de esta misma idea, El-Zanfaly defiende el “pensar haciendo” y “aprender haciendo”, con la maquinaria como aliado del diseñador. Se aboga por el uso de las máquinas como complemento al pensamiento creativo. Mediante el trabajo con las materias primas, el diseñador

toma conciencia de las limitaciones y posibilidades que un proyecto permite (El-Zanfaly, 2015).

Podemos así considerar a la maquinaria de uso fuera de los recintos propiamente industriales como un motor para la creatividad de los diseñadores y algunos autores se atreven incluso a hablar de una “nueva revolución industrial” (Joseph & Heslop, 2014). Así lo han entendido los activistas del movimiento *Maker* con su énfasis en la necesidad de dar un acceso abierto a las herramientas digitales de diseño y fabricación: impresoras 3D, cortadoras láser, escáneres 3D (Maker, 2016). Del mismo modo en que las computadoras pasaron a ser de uso exclusivo de gobiernos o grandes empresas para llegar a los hogares, las herramientas de fabricación han salido de las fábricas y se encuentran accesibles en *Fab labs*, escuelas y universidades o incluso en ámbitos domésticos. Tras el análisis realizado en este trabajo, podemos ver que las máquinas de punto ya hicieron ese camino previamente. Salieron de la fábrica y entraron en los hogares. Hay más analogías con las herramientas de fabricación digitales: las tricotasas nos permiten realizar un producto final, un prototipo funcional que ha sido diseñado en un ordenador personal. Es posible *testear* un diseño completamente acabado y con los materiales finales desde una edición limitada a la unidad.

Por último, destacamos la intensa actividad que se ha generado en los últimos años en torno a esta maquinaria. Como detallamos en el epígrafe sexto, han surgido movimientos globales de recuperación de las tricotasas para darles una nueva vida: por un lado modificaciones de antigua electrónica para conectar los mecanismos a los ordenadores actuales. Por otro lado, los proyectos de ingeniería inversa que persiguen la creación de nuevas máquinas y su introducción en los entornos de fabricación digital. Todo ello en entornos colaborativos basados en la programación de código abierto y el *software* libre.

Conclusiones

Con las tres líneas argumentales expuestas anteriormente, podemos concluir que la maquinaria de punto se encuentra en plena vigencia dentro del diseño de producto actual. Las actividades en torno a ella giran en torno a algunos de los focos de interés del diseño fundamentales en este siglo: el desarrollo sostenible (I), el desarrollo creativo apoyado en la informática (II) y el desarrollo de productos basados en su fabricación a pequeña escala (III).

Por otro lado, atendiendo específicamente a la creación textil, se ha propuesto un modelo de trabajo de patrones modulares para tarjetas perforadas que se adapta perfectamente a los medios informáticos. Las herramientas en línea por sí solas se han demostrado insuficientes para la generación de un diseño completo. Sin embargo, pueden ser un útil complemento a las herramientas de dibujo vectorial, donde se maneja con precisión la estructura de los motivos. Concretamente, la aplicación *OKnitMe* puede combinarse con un diseño definido y hacer más accesible la utilización de esta maquinaria.

Línea de trabajo

64

Se plantea la validación de la metodología propuesta con un grupo amplio de alumnos de diseño textil. Por otro lado, se estudiará la generación de tarjetas perforadas mediante *plotter* de corte o corte láser y sus efectos en la ejecución material del tejido.

Referencias

Addi Germany. *Addi Express professional*. (2016). Recuperado de: <http://shop.addi.de/en/addiexpress-professional>.

Arnheim, R. & Fernández-Campoamor, M.L.B. (2002). *Arte y percepción visual: Psicología del ojo creador*. Madrid: Alianza editorial.

Au, K.F. (2011). *Advances in knitting technology*. Cambridge: Elsevier.

AYAB, V. All yarns are beautiful. (2016). Recuperado de: <http://www.ayab-knitting.com/supported-devices/>.

Bloy, M. The luddites 1811-1816. (2016). Recuperado de: <http://www.victorianweb.org/history/riots/luddites.html>.

Canet, M. & Guljajeva, V. (2016). *Canet, Guljajeva*. Recuperado de: <http://www.varvarag.info/>.

Circular Knitic. (2016). Recuperado de: <http://www.varvarag.info/circular-knitic/>.

Castellanos Valderrama, J.G. (2015). Programación del futuro inteligencia artificial. *Aplicatéc*, 5(2)

Conklin, S. (2016). *Conklin S. Webpage*. Recuperado de: <http://ai4qr.com/>.

De Fusco, R. & Izquierdo, M. (2005). *Historia del diseño*. Santa & Cole.

El-Zanfaly, D. (2015). [I 3] imitation, iteration and improvisation: Embodied interaction in making and learning. *Design Studies*, 41, 79-109.

Espinosa, M. (2000). *Introducción a los procesos de fabricación*. Madrid: UNED Ed.

Fab Foundation. (2016). The Fab Foundation Webpage. Recuperado de: <http://www.fabfoundation.org>

GitHub. (2016). *Github*. Recuperado de: <https://github.com/open-source>.

González, A.S. (2014). La inteligencia artificial a través de sus científicos. *Encuentros Multidisciplinares*, 16 (47), 70-80.

Guljajeva, V. & Sola, M.C. (2012) *The development and role of personal manufacturing. Case study: Open knitting*. Design Debates

Gürsoy, B. & Özkar, M. (2015). Visualizing making: Shapes, materials, and actions. *Design Studies*, 41, 29-50.

Hallett, C. & Johnston, A. (2010). *Telas para moda: Guía de fibras naturales* Barcelona: Blume.

Harrison, L., Earl, C. & Eckert, C. (2015). Exploratory making: Shape, structure and motion. *Design Studies*, 41, 51-78.

Hogerhuis, J.R. (2016). *KM Internals*. Recuperado de: <https://groups.yahoo.com/neo/groups/kminternals/info>.

Joseph, F. & Heslop, P. (2014). Enabling design and business innovation through new textile technologies.

KnitPro MicroRevolt. (2016). *MicroRevolt Webpage*. Recuperado de: <http://www.microrevolt.org/knitPro/>.

Ledbetter, K. (2012). *Victorian needlework*. ABC-CLIO. Oxford: Praeger

Maker movement. (2016). *Maker Movement*. Recuperado de: <http://makerfaire.com/maker-movement/>.

MicroRevolt. (2016). *MicroRevolt information Webpage*. Recuperado de: <http://www.microrevolt.org/events.htm>.

OKnitMe (2016). *Serpica Naro. OKnitMe Webpage*. Recuperado de: <http://oknitme.serpicanaro.org/>.

Opensource, VVAA. (2016). *Opensource*. Recuperado de: <https://opensource.org/about>.

Post, D. (2016). *Davi Post Knitting works*. Recuperado de: <http://daviworks.com/knitting/>.

Rubio, G. (2016). *Rubio, G. Openknit*. Recuperado de: <http://openknit.org/>.

Serriere, F. (2016). *KnitYak*. Available: <https://www.kickstarter.com/projects/fbz/knityak-custom-mathematical-knit-scarves/description>.

Sissons, J. (2010). *Basics fashion design 06: Knitwear*. Lausanne: Ava Publishing.

Soft Byte (2016). *Designaknit*. Recuperado de: <https://www.softbyte.co.uk/designaknit.htm>.

Soler, M.C. (2007). *Manual de tejidos*. Barcelona: Ed.Wuds World

Spencer, D.J. (2001). *Knitting technology: A comprehensive handbook and practical guide*. Oxford: Pergamon Press.

Stam, C., Van der Velden, N., Rubio, G. & Verlinden, J. (2014). Redefining the role of designers within an urban community using digital design and localized manufacturing of wearables. *ICAT 2014: Proceedings of the 5th International Conference on Additive Technologies, Vienna, Austria, 16-17 October 2014*.

Stern, B. *Phyton Electro-knit*. (2016). *Stern, B. Electro-knit*. Recuperado de: https://github.com/adafruit/knitting_machine.

Stern, B. (2016). *Becky Stern video*. Available: (<https://www.youtube.com/watch?v=GhnTSWMMtdU>).

Stern, B. (2016). *Phyton Electro-knit*. Available: <https://learn.adafruit.com/electroknit>.

The cutting class. Fully fashioned vs. cut and sew. (2016). *Fully fashioned vs. Cut and sew*. Available: <http://thecuttingclass.com/post/3563227104/knitwear-jil-sander>.

The Library of Congress. American Memory. (2016). *Plate, punch card, and instructions for Herman Hollerith's Electric Sorting and Tabulating Machine, ca. 1895. (Herman Hollerith Papers)*. Available: [http://memory.loc.gov/cgi-bin/ampage?collId=mcc&fileName=023/page.db&recNum=0&itemLink=r?ammem/mcc:@field\(DOCID+@lit\(mcc/023\)\)](http://memory.loc.gov/cgi-bin/ampage?collId=mcc&fileName=023/page.db&recNum=0&itemLink=r?ammem/mcc:@field(DOCID+@lit(mcc/023))).

USPTO. United States Patent and Trade Mark Office. Griswold, H.J. (1892) U.S. Patent No.US472,874. Recuperado de: <https://www.google.com/patents/US472874>.

USPTO. United States Patent and Trade Mark Office. Luchsinger, E. (1954) U.S. Patent No.US2837903 A. Recuperado de: <https://www.google.ch/patents/US2837903>

V.V.A.Stitchboard webpage. (2016). *Stitchboard Webpage. Free Pattern Wizard*. Available: <http://stitchboard.com/pages/pattern/freePatternWizard.php>.

Vallet, F., Eynard, B., Millet, D., Mahut, S.G., Tyl, B. & Bertoluci, G. (2013). Using eco-design tools: An overview of experts' practices. *Design Studies*, 34(3), 345-377.

VVAA. Cellular automaton. (2016). *Cellular Automaton*. Available: <http://uncomp.uwe.ac.uk/genaro/home.html>.

Cómo citar este artículo: González, ML.(2017). Maquinaria de punto: desarrollo y vigencia en el diseño actual. *Revista Kepes*, 15, 33-68. DOI: 10.17151/kepes.2017.14.15.3