

iRoll™ – el rodillo inteligente

Resumen ejecutivo

El rodillo inteligente de Valmet, iRoll, es un sistema mecatrónico que consiste de un rodillo en una máquina de manejo de hoja y que también se utiliza como transductor para percibir la tensión transversal o la carga lineal en la máquina. El iRoll cuenta con sensores de fuerza montados en un patrón helicoidal. Los sensores miden la fuerza que aplica el material que se produce, como hoja de papel, y por lo tanto proporcionan información acerca del comportamiento y la calidad del producto. Además de los sensores de fuerza, el sistema iRoll tiene un módulo de proceso de señales en el extremo del rodillo y un enlace digital de radio para transmitir los datos del rodillo giratorio. El receptor está conectado a una red de automatización.

Es posible utilizar iRoll para medir el perfil de tensión en línea sin dispositivos separados de escaneo. Cuando se usa iRoll como bobina o tambor de bobina, permite la medición en línea de perfiles de carga lineal durante el bobinado y el rebobinado. La tecnología iRoll también permite mediciones temporales de proceso y operatividad utilizando sensores montados en cinta. Con estas mediciones se resolvieron problemas como los bordes sueltos de la hoja, cambios hacia afuera de la máquina en la hoja de recubrimiento y defectos de bobinado. Este documento describe la tecnología iRoll y presenta ejemplos de su aplicación para mejorar la operatividad del proceso.

La necesidad de una medición confiable y precisa de la tensión

En el bobinado, la hoja de papel plano se enrolla en torno a un centro compacto, para mover toda la producción de la máquina papelera a la etapa de rebobinado.

Cuando el proceso de bobinado está bien ajustado, la transferencia del papel parece ocurrir casi de manera autónoma. Asimismo, la operatividad de los bobinadores es buena, y es posible producir sin defectos los rollos finales para los clientes. Sin embargo, el bobinado es un proceso acumulativo en el que se colocan capas de papel una encima de otra. Por lo tanto, los defectos, como la variación del perfil, pueden coincidir y sus defectos se amplifican en el rodillo del papel. Un control adecuado de los perfiles CD, en especial el calibre pero también el perfil de tensión, es un elemento básico para un bobinado exitoso.

Los defectos del rollo, como arrugas, corrugado y bordes duros, causados por errores en el perfil transversal de la máquina, se hacen más evidentes en la medida que el papel menos compresible se bobina en el rollo. Una posible resolución sería disminuir la tensión de la hoja en el bobinado y hacer rollos más suaves. Sin embargo, un rollo que sea demasiado suave podría colapsar en parte y perder su forma uniforme. Asimismo, la menor fricción entre las capas de papel genera deslizamiento en el rollo. Esto puede observarse en varios defectos, como plegamiento y otras desviaciones de la hoja, así como arrugas en el papel crepé.

Los errores de perfil también afectan la acumulación de aire bajo la capa superior de un rollo de papel. Los papeles densos y de baja porosidad son especialmente sensibles a la acumulación de aire. En muchos casos, es posible operar la máquina de papel con una burbuja estable de aire antes del nip de la bobina. Sin embargo, las capas superiores de papel no se estabilizan y la burbuja de aire que golpea contra la parte estrecha del rollo crea fácilmente dobleces y arrugas. Se ha empleado con éxito un control adecuado del perfil de carga de la calandria transversal para eliminar la acumulación de aire.

Los controles tradicionales de perfiles de papel para propósitos de bobinado se han basado en observaciones visuales de defectos en la bobina y mediciones manuales del perfil de dureza de la bobina. Las mediciones de dureza se realizan golpeando el rollo con un palo de madera, o bien con dispositivos de impacto con instrumentos. La información recibida se emplea para cambiar en forma manual el perfil de carga de la calandria o los perfiles de peso de base. En el mejor de los casos, el control manual del perfil proporciona un resultado suficiente. Sin embargo, la retroalimentación es lenta. Por lo tanto, el tiempo de reacción para procesar los cambios como los de grado, reiniciar después de paros y desgaste de las partes de la máquina, es lento. Un fabricante de papel puede perder varios rollos centrales antes de completar el proceso manual.

También hay controles de perfil basados en las mediciones en línea de la hoja del papel. El calibre se usa por lo general, pero a veces también se aplica el brillo para controlar la operatividad del bobinado. De manera típica, la medición del calibre es problemática, en especial con grados de papel densos y de bajo peso base, como SC y LWC. La precisión requerida, del orden de 0.1 μm , es muy exigente. Cualesquiera fluctuaciones en la hoja, así como la acumulación de mugre en la cabeza de medición, crean imprecisiones en la medición. En algunos casos, las cabezas de calibración son propensas a crear agujeros en la hoja de papel. Se podría esperar que, en el caso de control de calibre, un fabricante requiriera un programa de servicio continuo para la medición... y de todos modos sería exigente.

El problema del control de brillo es el hecho que el brillo no es un parámetro del bobinado. En muchos casos, los parámetros del proceso que afectan al brillo,



Figura 1. iRoll instalado en una aplicación de medición de tensión.



Figura 2. Control iRoll apagado (izquierda) y encendido (derecha)

como la carga de la calandria, también pueden tener correlación con los parámetros principales del bobinado (calibre, tensión). Sin embargo, existen muchos casos en que no existe dicha correlación. Por lo tanto, el control del bobinado después de la medición del brillo es bastante incierto, y requiere un seguimiento continuo de la situación. Además, la medición del brillo también sufre mucho por la vibración de la hoja. Es difícil ajustar la medición de modo que todos los grados de papel en una máquina muestren el resultado correcto.

La medición tradicional de la tensión es insuficiente.

Las variaciones en el perfil de tensión de una hoja afectan la operatividad en los procesos de manejo de dicha hoja. Al fabricar papel, estas variaciones pueden llevar a rupturas de la hoja, vibración, arrugas y nips en la calandria. Al imprimir, las variaciones en el perfil de la tensión pueden provocar rupturas en la hoja, arrugas y errores en el registro de colores. De manera histórica, en el proceso de producción de papel se medían y controlaban perfiles como el peso base, la humedad y el calibre. Sin embargo, los perfiles de tensión no atraían demasiada atención sino hasta fines de la década de 1980 y principios de la de 1990.

Como resultado del interés en los perfiles de tensión, se desarrolló una gran variedad de sensores. Por lo general, la tensión longitudinal (dirección de la máquina, MD por sus siglas en inglés) de la hoja se mide con un rodillo montado en células de carga; una célula en cualquier extremo del rodillo. Este arreglo proporciona una señal que representa el valor promedio de la tensión MD, pero no proporciona información respecto del perfil de la tensión. Es posible lograr una pequeña mejora en esta configuración montando varias células de carga bajo las carcasas de los rodamientos de los rodillos seccionales. Utilizando este método, es posible medir tal vez hasta media docena de niveles discretos de tensión en dirección transversal a la máquina (CD, por sus siglas en inglés). Sin embargo, los costos se elevan de manera considerable, ya que se requieren rodamientos y células de carga adicionales, y la resolución es de aproximadamente un metro. Además, la calibración e interpretación adecuadas de las señales pueden volverse confusas. Los otros métodos de medición de la tensión (el arreglo de tres células de Eriksson, el método ABB Tenscan, Hellentin CTSensor, etc.) tienen inconvenientes específicos relativos a la portabilidad, precisión, capacidad de uso y confiabilidad.

Debido a los problemas de la medición de la hoja, es sencillo controlar el bobinado con base en la medición en una bobina directa. Las mediciones manuales son lentas y tediosas. Por lo tanto, se desarrollaron las mediciones en línea. Uno es el llamado “amigo del operario”, que mide la dureza real y los perfiles del diámetro de la bobina con un rodillo externo. Otro método es la medición de presión del nip de bobinado, al cual se le conoce como iRoll. La presión de nip depende del contacto entre el cilindro de bobinado y el rodillo de papel. Por lo tanto, la presión se define con base en la dureza y el diámetro del rodillo.

El iRoll cubre la necesidad de la medición de tensión y carga de nip.

El principio de medición de iRoll se ilustra en la **Figura 3**. La señal de la presión de nip se mide con sensores de película sensibles a la fuerza. Los sensores se laminan en la estructura de la cubierta del tambor de bobinado en forma espiral, para medir la presión local del perfil transversal de la máquina. La señal en bruto se amplifica, sincroniza y envía a una unidad central de datos, a través de un enlace inalámbrico.

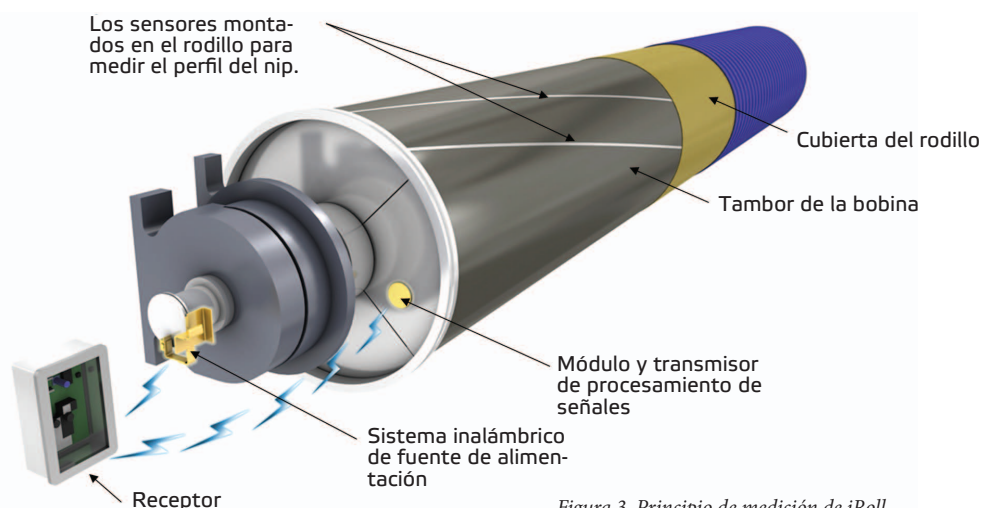


Figura 3. Principio de medición de iRoll

El “rodillo inteligente” iRoll es un sistema mecatrónico que consta de un rodillo en una máquina de manejo de hoja y que también se utiliza como transductor para percibir la tensión transversal o la carga lineal en la máquina. Se trata de un sistema sensor robusto que ha estado en uso desde hace tres años y puede medir cargas de hasta 50 kN/m. Es posible calibrar con rapidez el iRoll en unidades de carga lineal, al aplicar una carga de nip conocida y, por consiguiente, hacer una escala de la salida. El sistema de control puede hacerlo de manera automática en las instalaciones permanentes. También es posible verificar la calibración con papel de impresión de nip. Una vez calibrada, la salida es muy estable y sólo necesita verificarse una vez al año, como parte del mantenimiento preventivo normal. Asimismo, iRoll no está limitado por la velocidad; su señal de salida es independiente del peso base, la resolución es de aproximadamente 50 mm, y no requiere espacio en la dirección de la máquina para su montaje.

iRoll consta de un rodillo de alta precisión con ondas helicoidales maquinadas en la cubierta, sensores de película electret sensibles a la fuerza montados en las ondas, una cubierta del rodillo, electrónica de procesamiento de señales, un radiotransmisor digital, transmisión inalámbrica de energía y un receptor conectado a la red de automatización del molino. En el concepto iRoll prácticamente no existen dispositivos externos, lo que lo hace muy conveniente, fácil de usar y libre de mantenimiento. Una versión portátil de este sistema, que se transporta con facilidad, utiliza la misma tecnología para mediciones temporales.

iRoll crea nuevas posibilidades para optimizar la operatividad de un proceso de manejo de hoja. iRoll puede usarse en lugar de un rodillo de tensión para medir en línea los perfiles de tensión de la hoja. Sin embargo, a diferencia de otros dispositivos más antiguos de medición del perfil de tensión, es posible utilizar la misma tecnología para la medición del perfil de la carga de nip. iRoll puede usarse en lugar de un tambor de bobina para medir en línea el perfil de carga de nip y el perfil del rodillo. Esta capacidad facilita el control en línea de los perfiles del rodillo y de los perfiles de tensión de hoja en instalaciones permanentes. La versión portátil de este sistema permite convertir casi cualquier rodillo en un rodillo inteligente utilizando sensores montados con cinta. Esta tecnología permite que los técnicos de campo realicen los análisis de perfil temporal del rodillo y de perfil de tensión. De este modo, es posible lograr beneficios económicos al resolver problemas difíciles sin inversiones importantes de capital. iRoll elimina la necesidad de dispositivos externos de medición como los escáneres, y los requerimientos de espacio que eso supone. iRoll actúa como rodillo convencional en el proceso, lo que permite medir la forma en que la tensión de la hoja o el perfil de nip se comportan en tiempo real. Además, puede ubicarse en varias posiciones en el proceso, ya sea que el perfil de tensión sea crítico o que sea necesario medir el perfil del rodillo de nip de papel. El sistema portátil permite que la línea esté equipada con varias mediciones de perfil de manera simultánea.

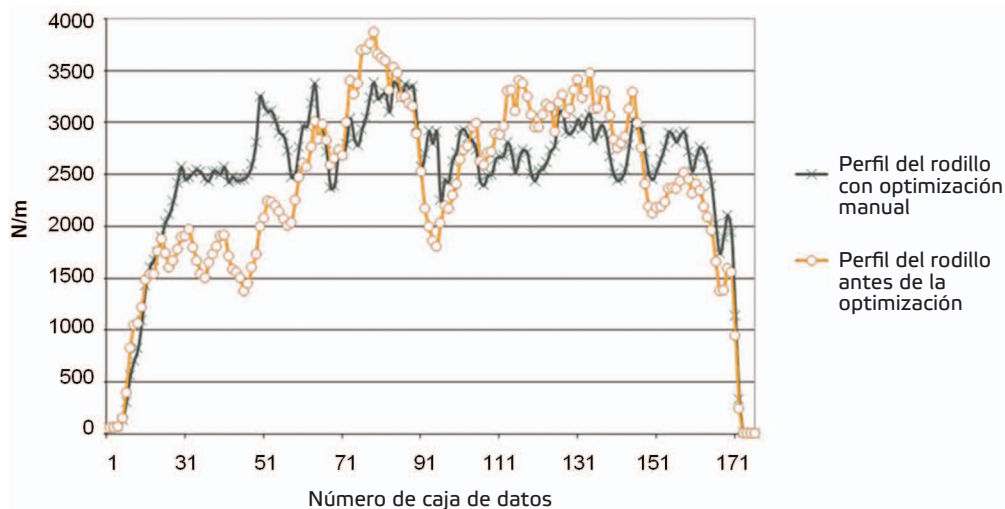


Figura 4. Ejemplo de un perfil de carga de nip de bobinado que muestra los picos y valles en el rodillo a causa de las variaciones en el perfil del calibre. El perfil optimizado (verde) se midió después de ajustar de manera manual el rodillo controlado por zona en una calandria de nips múltiples.

Instrumentaciones del iRoll

El rodillo inteligente iRoll puede instalarse en una de tres maneras: como herramienta permanente de medición de carga de nip, como herramienta permanente de medición del perfil de tensión, o como herramienta provisional de medición de la carga de nip y/o la tensión. Para las aplicaciones permanentes de iRoll, debe emplearse junto con una cubierta adecuada.

Medición de la carga de nip

iRoll puede usarse como tambor de bobinado para medir en línea el perfil de la fuerza de nip (iRoll no se limita a las bobinas; también puede utilizarse en preparaciones de supercalandrias, cuerdas y cualquier nip por debajo de 50 kN/m). El perfil de nip medido en la bobina tiene correlación directa con el diámetro y los perfiles de dureza del rodillo de papel. El perfil de carga de nip de bobinado muestra claramente los picos y valles a causa de las variaciones en el perfil del calibre. La alta resolución de la medición del perfil se basa en la naturaleza inherente de la construcción del rodillo. Miles de capas de papel se bobinan una sobre otra en tanto se genera el rollo padre, de modo que las variaciones de espesor se acumulan y pueden producir variaciones relativamente grandes en el perfil del diámetro del rollo padre.

iRoll no sólo facilita el control, sino que además reduce los problemas de bobinado. Debido a que mide el perfil de carga de rollo del bobinado de manera directa en el nip, iRoll revela de manera inmediata los picos de fuerza, las interrupciones en la acumulación en el rollo, los perfiles de nip sesgados y los rodillos en “forma de zanahoria”. También se exponen los problemas de control de fuerza a causa de la fricción y el desgaste en las partes de la máquina. El resultado de esto son menos rupturas debido a defectos relacionados con la calidad en el bobinado.

Al utilizar iRoll como tambor de bobinado en combinación con actuadores como controles de la zona de calandrado, perfiladores de inducción de calandria, perfiladores de peso base o perfiladores de peso de recubrimiento, es posible controlar el ciclo cerrado de los perfiles de rollo. Esto permite responder de inmediato a las variaciones relacionadas con el perfil y los problemas de operatividad, además de reducir el tiempo de recuperación después de los cambios de grado.

Medición del perfil de tensión

Otra instrumentación de iRoll mide en línea el perfil de tensión sin utilizar un dispositivo separado de escaneo. Esto también mejora la precisión cuando se le compara con los métodos tradicionales, como las células de carga. Con iRoll, la tensión se mide de manera directa entre la hoja del papel y el cuerpo del rodillo. Por lo tanto, el peso muerto del rodillo y la expansión térmica no tienen efecto sobre el sistema de medición.

iRoll puede usarse para el control del perfil de tensión de ciclo cerrado, para reducir los problemas de operatividad. Un mayor encogimiento en los bordes de la hoja en la sección de secado provoca un perfil de tensión que disminuye cerca de los bordes. Asimismo, las variaciones en el perfil de humedad antes de la sección de secado pueden provocar un perfil de tensión no uniforme. iRoll puede usarse para medir el perfil de tensión y hacer correcciones al perfil de humedad antes de la sección de secado. Sin embargo, el control del perfil de tensión es más complicado que los sistemas tradicionales de control de perfil, en los que un conjunto de actuadores controla una propiedad del papel. Los actuadores que se usan para controlar el perfil de tensión también afectan en el perfil de humedad.

Es posible utilizar dos topologías básicas para el control del perfil de tensión. La primera topología se basa en el control tradicional del perfil de humedad, utilizando como actuador la caja de vapor de la sección de prensa de la máquina papelera. La medición y el control del perfil de humedad se aplican en la forma normal. La optimización del perfil de tensión se agrega al sistema en cascada con el control del perfil de humedad. El perfil de tensión se mide mediante el iRoll ubicado en una posición adecuada y el controlador del perfil de tensión calcula un punto de ajuste del perfil. Este punto de ajuste se envía al controlador del perfil de humedad. Un sistema de cascada, como éste, se entiende bien y es muy fácil de ajustar. El control del perfil de tensión establece cierto rango para la operación, lo que limita la variación en el perfil de humedad. Por lo tanto, es posible optimizar el perfil de tensión al tiempo que se mantiene el perfil de humedad dentro de los límites.

La otra topología que se utiliza para el control del perfil de tensión de la hoja se basa en dos actuadores que afectan por separado los perfiles de tensión y de humedad. El primer actuador (caja de vapor de la sección de prensa o primer humidificador de la sección de secado) se utiliza para controlar el perfil de tensión, y el segundo actuador (humidificador) se emplea para corregir el error de humedad del producto final. Esta topología también puede desacoplar el control de humedad y de tensión. Los dos controladores se limitan entre sí para reducir el error de humedad causado por un perfil excesivo en la caja de vapor de la sección de prensa. El sistema también puede ajustarse con un peso óptimo para cada actuador contra cada medición. Por ejemplo, la caja de vapor de la sección de prensa puede tener 80% para controlar el perfil de tensión y 20% para controlar la humedad. El segundo humidificador puede tener lo opuesto: 20% para controlar el perfil de tensión y 80% para controlar el perfil de humedad.

Sistema portátil

La tecnología portátil iRoll aporta una nueva herramienta de análisis del perfil de tensión y carga de nip para los fabricantes de papel y cartón, y para los expertos en mantenimiento. Este sistema portátil proporciona información acerca de las variaciones en el perfil de tensión en dirección transversal y en la dirección de la máquina y los perfiles de carga de nip. El sistema también permite realizar pruebas de tope para medir las respuestas de los actuadores anteriores, para ayudar a optimizar las propiedades de la hoja de papel. El sistema portátil permite un uso rápido y eficaz en cuanto a los costos de la tecnología de rodillo inteligente.

La tecnología portátil requiere la instalación provisional de sensores inteligentes de rodillo en una superficie del mismo. Es preciso unir un módulo de proceso de señales con un transmisor a la cabeza o la flecha del rodillo. Los sensores proporcionan un perfil CD completo en cada revolución del rodillo, y la medición del perfil se transmite de manera inalámbrica a un receptor y desde allí a una computadora. El sistema portátil permite recolectar grandes cantidades de datos durante un breve lapso.



Figura 5. Instalación de sensores portátiles de medición en la superficie de un rodillo.

Aplicaciones de la tecnología de rodillo inteligente iRoll

Los ejemplos siguientes de la tecnología iRoll en usos exitosos en molinos ilustran las distintas aplicaciones de mediciones para las que iRoll puede proporcionar resultados precisos y en tiempo real de una forma eficaz en cuanto a costos.

Caso de estudio: Control en línea del perfil de tensión de la hoja

Una línea de proceso de cartón de recubrimiento tenía dificultades con la operatividad de su dimensionador de película. Muchas veces, los bordes sueltos de la hoja provocaban oscilación y arrugas antes del dimensionador. Para eliminar las arrugas, se aumentó el nivel de tensión 300 N/m por encima del nivel normal. De manera natural, un mayor nivel de tensión causó rupturas más frecuentes de la hoja, y por lo tanto redujo la eficiencia de la producción. Para mejorar el perfil de tensión de la hoja, se instaló un iRoll antes del dimensionador, junto con un controlador de perfil de tensión.

El control del perfil de tensión es más eficaz cuando se hace tan pronto como sea posible en la línea de producción de papel. En la sección de secado, la hoja se estira y seca al mismo tiempo, lo que causa cambios permanentes en el perfil de tensión. En esta aplicación, se utilizó un humidificador en la primera sección de secado para controlar el perfil de tensión de la hoja. Se empleó otro humidificador en la segunda sección de secado para retirar el error de humedad del producto final. Debido a que el segundo humidificador se localizaba más adelante en el proceso, sólo tuvo un pequeño efecto sobre el perfil de tensión. Por lo tanto, los efectos del primer humidificador dominaban la forma del perfil de tensión.

La **Figura 6** ilustra los perfiles de tensión y humedad antes de encender el sistema de control. Los bordes sueltos en la hoja se reflejaron en el perfil mediante una baja tensión en todos los bordes. Esto se debía probablemente a los mayores niveles de humedad que se percibían en ambos extremos. Además, el perfil de tensión está sesgado, alto en el lado impulsor de la máquina y desciende hacia el otro lado.

Después de encender el sistema de control, los perfiles cambiaron a los que se ilustran en la **figura 7**. El sistema de control redujo la humedad en los bordes, lo que aumentó la tensión en dichas áreas. El perfil de tensión también se hizo uniforme y dejó de estar sesgado al alza en el lado impulsor. La relación entre humedad y tensión no siempre es evidente, debido a que el segundo humidificador corrige el error de humedad con muy poco efecto sobre la tensión. Sin embargo, aparecen picos de humedad ligeramente mayores en el lado impulsor (**figura 7**), con el resultado de que el primer humidificador disminuye la tensión en esa área.

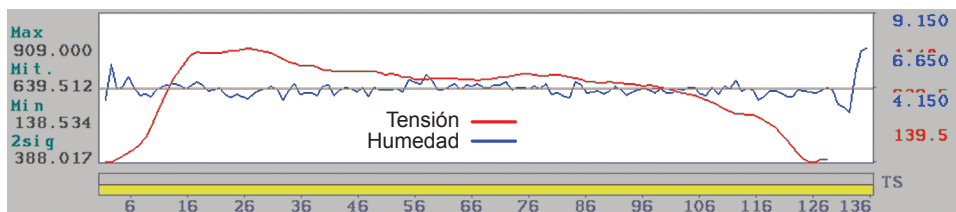


Figura 6. Los perfiles antes de encender el sistema de control.

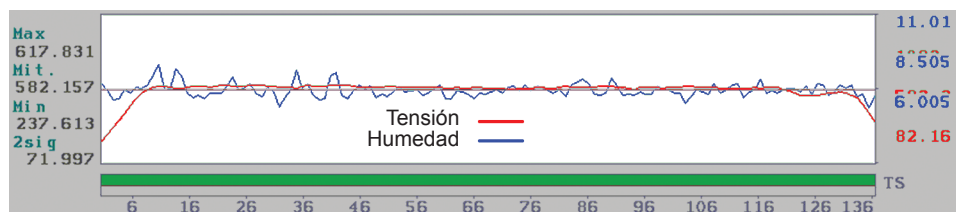


Figura 7. Los perfiles después de encender el sistema de control.

Con el sistema de control, el perfil de tensión mejoró claramente y el perfil de humedad del producto final permaneció dentro de los límites. El perfil mejorado redujo las arrugas y permitió una tensión menor de la hoja, con el resultado de menos rupturas en ésta.

Caso de estudio: Control en línea del perfil de dureza del rollo

iRoll se ha usado como nuevo método de control de bobinado en Plattling-Paper PM1, una de las mayores máquinas de papel SC del mundo. El innovador control se basa en una novedosa medición de la presión en el nip de bobinado. La medición de iRoll se ha utilizado con éxito para optimizar la producción de esta gigantesca máquina haciendo ajustes finos al perfil de calibre CD de la hoja de papel que entra en el nip de bobinado. Los grados de papel que se producen en Plattling-Papier son SC-A y SC-A mejorado, y cubren una amplia variedad de pesos de base.

En el caso de Plattling PM1, el ancho del nip de bobinado es de 11 metros. El ángulo espiral de cuatro sensores se ajusta de manera que se exponga un ancho transversal de 0.2 m aproximadamente al mismo tiempo (el ancho exacto depende de la presión de nip). Sin embargo, la tasa de señal correspondiente es mayor, y proporciona 200 zonas de control con una resolución de 0.055 m.

La **Figura 8** muestra el diagrama de bloque del control iRoll en Plattling PM1. El amplificador en el cabezal del cilindro de bobinado envía perfiles de carga de nip en bruto a la unidad central cada 0.5 segundos. El perfil en bruto se escala a los valores de presión de nip y después se filtra. Luego de esto, se ilustra el perfil de carga de nip en los diagramas de control. El perfil de carga de nip tiene correlación directa con el perfil de dureza del rodillo padre que se fabrica. El perfil de dureza se emplea para el control en línea de la zona de calandrias de múltiples nips SymRolls.

iRoll proporciona mediciones de manera inmediata desde el inicio del rollo. De manera típica, luego del arranque, se requieren algunos minutos de acumulación de papel en el centro de la bobina antes de que se establezca el perfil de la presión de nip. Es razonable esperar a que pase ese lapso antes de tomar acciones de control.

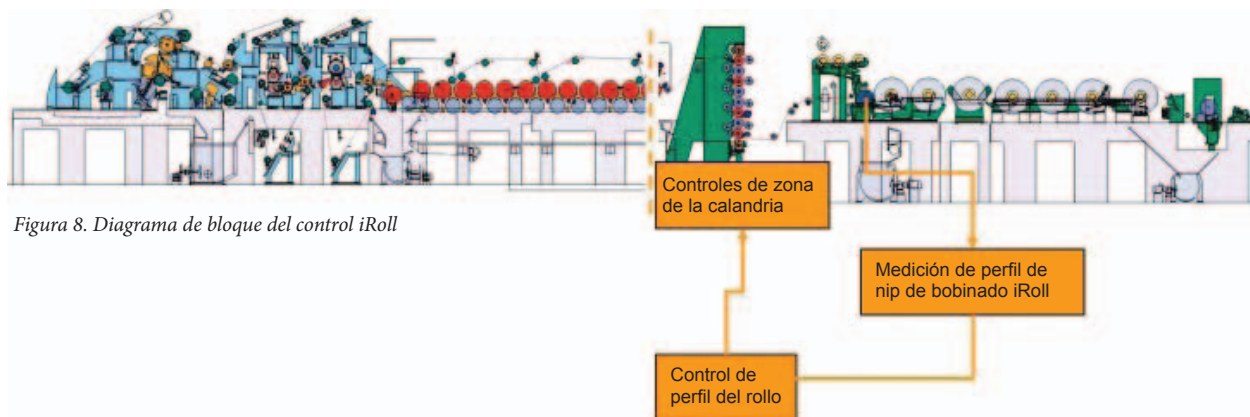


Figura 8. Diagrama de bloque del control iRoll

En Plattling, el control automático de perfil iRoll utiliza SymRolls de perfil como actuador para ajustar la carga lineal de la calandria y el perfil del calibrador. Otra posibilidad podría ser el perfil de inducción, pero en este caso no existen estos dispositivos. Asimismo, el objetivo de perfil de peso en seco se ajustó de manera manual para optimizar el bobinado y el rebobinado. No hay obstáculos para utilizar el peso seco detrás de la retroalimentación automática de iRoll.

En el iRoll de Plattling PM1, se emplea de manera continua un control de ciclo cerrado desde el arranque. Después de configurar y calibrar la medición por primera vez, ha permanecido estable y no se han requerido nuevas calibraciones en varios meses. Sin embargo, el procedimiento de calibración es muy sencillo y está asistido en su totalidad por una interfaz del operador. Es posible realizar la calibración en media hora durante un paro de máquina, por ejemplo, durante una ruptura del extremo húmedo o un cambio de filtro.

Un perfil adecuado de presión de nip ha disminuido la presión de manera uniforme hacia los bordes del rodillo (figura 9). Un sesgo de 5% en los bordes ha sido óptimo para el perfil de tensión del rebobinado y para perfiles de diámetro de los rollos de los clientes en la bobinadora. Asimismo, a pesar de la alta velocidad (>1500 m/min), la ancha hoja de papel y la baja porosidad del papel grado SC-A, no hay acumulación de aire en los rodillos de papel. Es posible asegurar la eliminación de aire entre capas de papel con un perfil de presión de nip con la forma adecuada. Asimismo, cuando la forma general de rollo es correcta, hay más tolerancia para los defectos de pequeña escala.



Figura 9. Interfaz de medición y control de iRoll usada en Plattling-Papier PM1.

En algunas ocasiones, la medición iRoll ha sido útil para detectar de inmediato problemas especiales. A veces, los problemas de rodillos desgastados de calandria no se ajustan de manera correcta. Esto puede verse con rapidez como una presión creciente en el borde de un rodillo (figura 10). Una corrección que es demasiado lenta, como la observación visual del rollo de papel, puede llevar con rapidez a fallas en el rollo padre y subsecuentes rupturas. Asimismo, los bordes pueden ser problemáticos después de un paro, cuando se reinicia la máquina, debido a que los perfiles de la máquina de papel son inestables y los elementos de la máquina están en condiciones transitorias.

Es posible diseñar procedimientos especiales con base en la medición de iRoll. Además, el uso de rodillos de polímero en los bordes del rollo se perciben como bordes duros, pero esto se desarrolla lentamente a lo largo de varias semanas. Por otro lado, la acumulación de polvo en los rodillos de calandria crea presión excesiva sobre ésta, y iRoll las percibe como áreas de baja presión. Por lo tanto, la medición de iRoll puede servir como guía para los paros planeados y ayudar de manera significativa al trabajo de mantenimiento.

El control iRoll del bobinado ha sido exitoso en Plattling PM1. Ha proporcionado la base para el control del perfil de carga de la calandria con base en la medición directa del rodillo. Asimismo, la medición proporciona importante información sobre los cambios en las condiciones del proceso y es posible resolver los problemas con más rapidez.

La instrumentación de la medición ha sido confiable y es robusta en diferentes condiciones del proceso. Hasta ahora, parece ser que el periodo típico de mantenimiento es mayor a varios meses, y el mantenimiento puede realizarse incluso durante una ruptura del extremo húmedo, en caso necesario.

La experiencia actual se basa en un rango de mejora de grado de papel periódico a SC-A. Sin embargo, no existe razón para no usar iRoll para controlar el bobinado de otros grados de papel. De manera natural, los controles automáticos no lo resuelven todo, como los problemas relativos a fallas mecánicas de los elementos de la máquina, pero lo tolerarán mejor.

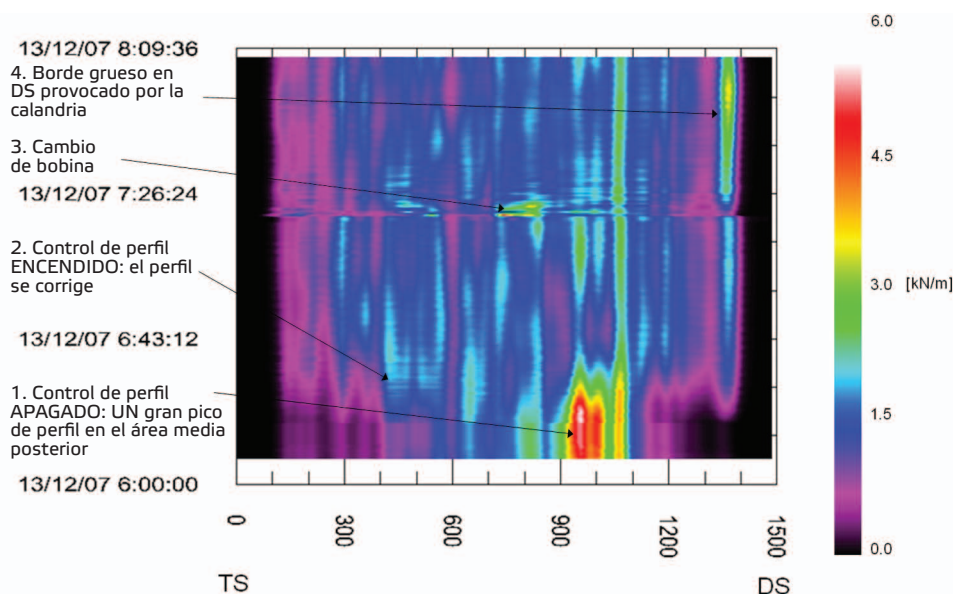


Figura 10. Perfil iRoll mostrando el inicio de un borde duro debido a un rodillo de calandria desgastado.

Caso de estudio: Resolver un problema de variación lateral de hoja

Un molino que produce papel recubierto de alta calidad libre de madera tiene un problema constante con las variaciones laterales en su recubridora fuera de la máquina. El movimiento lateral provoca rupturas en la hoja, en especial durante la separación, y dificultades en el nip del borde de la hoja. La razón de la variación en la hoja fue un misterio durante varios años; se hicieron varias modificaciones en la línea de producción para tratar de resolver el problema, pero ninguna tuvo éxito. Con el paso de los años, se aumentó la velocidad de la línea pero la variación de la hoja se convirtió en un cuello de botella para la creciente producción. Asimismo, la eficiencia de la línea, en términos de tiempo y materiales, era menor de lo que se consideraba posible, lo que causó costos adicionales de producción y, de manera indirecta, un mayor consumo de energía.

Supusimos que la variación en el perfil de tensión era la razón para la variación de la hoja. Se instalaron varios sistemas portátiles iRoll a lo largo de la línea, para identificar por separado los efectos del perfil de cada subproceso. Se midió el perfil de tensión antes de la calandria de la máquina, antes de la bobinadora, en la rebobinadora y después del rebobinado del recubrimiento.

El perfil de la carga de nip se midió en los tambores de bobinado y rebobinado. Los sensores de posición de los bordes de la hoja se instalaron en la recubridora, para medir la traslación lateral de la hoja. Durante una corrida real de producción, se recolectó aproximadamente un perfil por segundo.

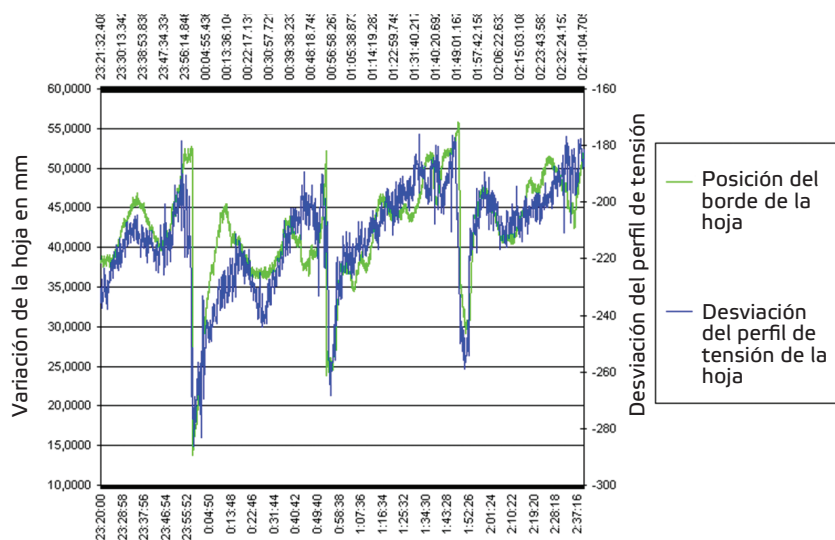


Figura 11. Correlación de la variación de la hoja y los perfiles de tensión en la recubridora.

Cuando quedaron completas las mediciones, la primera observación fue que el desplazamiento de la hoja tenía una relación directa con el sesgo del perfil de tensión medido después del rebobinado de la recubridora. El sesgo se cuantificó calculando los coeficientes angulares de líneas rectas adaptadas a cada perfil de tensión. Estos coeficientes se registraron para cada rodillo de papel y se compararon con la posición medida del borde de la hoja, como lo ilustra la **figura 11**. De esta forma, determinamos que el perfil sesgado de tensión era la razón de la variación de la hoja. Era preciso determinar a continuación la causa de la variación de perfil de tensión.

Observamos que los perfiles de tensión medidos en la máquina de papel no tenían correlación con el perfil de tensión en la recubridora. Esto sorprendió al equipo de análisis, porque al principio esperaban que los errores en el perfil de tensión se originaran en el extremo húmedo de la máquina de papel. Sin embargo, no era el caso, y fue posible descartar a la máquina papelera y todos sus subprocesos.

A continuación, el equipo descubrió que los perfiles de tensión y del rodillo en la rebobinadora tenían una gran correlación con los perfiles de tensión en la recubridora. Esto redujo la causa de la variación del perfil de tensión a la rebobinadora o a la bobinadora de la máquina papelera. Por último, se midió el perfil de carga de nip de la bobinadora de la máquina papelera, lo que reveló que los perfiles de nip guardaban una excelente correlación con el perfil de tensión en la recubridora. Puesto que la bobinadora de la máquina papelera fue el primer lugar de la línea en el que ocurría esta correlación, debía ser la causa primaria de la variación de la hoja.

El equipo de análisis llegó a la conclusión de que el perfil de tensión en el devanado (WOT, por sus siglas en inglés) de cada rodillo estaba desviado y que la cantidad de desviación también cambiaba durante el bobinado. Cuando se desbobinaban los rodillos con variaciones en la recubridora, ocurría la variación en la hoja. Los controles de carga de nip de la bobinadora se actualizaron y ajustaron, a fin de tener un perfil WOT uniforme. Se ajustaron las recetas de bobinado, a fin de mejorar la estructura del rollo.

Después de modificar el sistema de control, los cambios en el perfil de tensión en la recubridora se redujeron de manera considerable. El comportamiento de la hoja se hizo estable y dejaron de ocurrir variaciones.

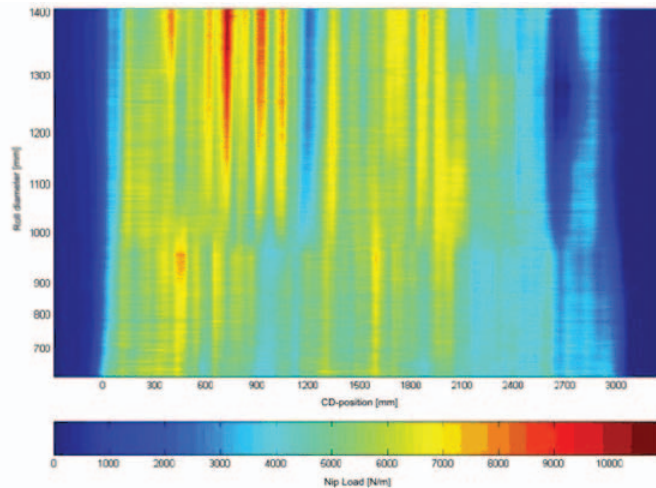


Figura 12. Hoja con perfiles CD dispares que se bobina.



Figura 13. La misma bobina mostrada por iRoll; observe la carga dispereja de nip CD

Resumen

La tecnología del rodillo inteligente iRoll es un sistema probado de medición de perfiles de tensión y de carga que convierte un rodillo en un sensor mecatrónico que puede ubicarse en lugar de un rodillo convencional en un proceso de manejo de hoja. El rodillo puede usarse para medir el perfil de tensión o la carga de nip. Además, es posible instalar una versión portátil del sistema en forma temporal, a fin de detectar los problemas de manejo de la hoja en una línea de proceso. Si bien los tres estudios de caso que se presentaron involucraron hojas de papel, iRoll no se limita a este material. Puede usarse con película de polímero, papel tissue e incluso hojas fabricadas de materiales tejidos. El sistema iRoll es preciso, confiable y actúa en tiempo real para dar al fabricante mediciones oportunas para vigilar y resolver problemas sobre la marcha, antes que empeoren.

Este documento es el resultado de entrevistas con Bob Bettendorf (Ingeniero de Valmet) y Steve Sandona (Gerente de Servicio al Cliente de Valmet), junto con información técnica que se obtuvo de otros empleados de Valmet y documentos publicados.

Valmet Corporation es un proveedor global de maquinaria y sistemas en la industria del proceso, así como de conocimientos y servicios posventa. El área de negocios de tecnología de fibra y papel de la corporación es el principal proveedor en el mundo de tecnología, sistemas y equipo para las industrias de pulpa, papel y transformación. Otros negocios fundamentales de Valmet son la tecnología minera y de construcción, la energía y la tecnología ambiental. En 2009, las ventas netas de Valmet Corporation ascendieron a 5,000 millones de euros, y contaba con aproximadamente 27,000 empleados en total. Valmet opera 300 unidades en 50 países, y atiende a clientes en más de 100 países.