

# Klartext

# HEIDENHAIN

지능형 생산 현장

## 자동화와 네트워킹된 생산 공정의 이점



# 사설

AMB의 하이덴하인

모든 정보를 얻을 수 있는 곳:  
[amb.heidenhain.de](http://amb.heidenhain.de)



## 안녕하세요, 독자 여러분

자동화와 디지털 네트워킹은 무역 미디어와 박람회 어디서나 회자되는 유행어입니다. 이것이 많이 과장된 것일까요? 아니면 이러한 미래의 기술적인 흐름에 동참했거나 동참할 예정이기 때문에 관심을 가져야 할까요? 그리고 자동화와 디지털 네트워킹을 제대로 알기 위해 필요한 것은 무엇일까요?

독일 뮌스터 지역에 소재한 Trimatec사의 가공 전문가들은 이 문제를 지능형 자동화 솔루션 형태로 해결하였습니다. 그들은 하이덴하인 커넥티드 머시닝 기능의 DNC 인터페이스를 사용하여 하나의 공정부터 공장 전체의 자동화 생산을 구축하고 시작하였습니다.

StateMonitor 소프트웨어와 네트워킹된 생산에 관한 당사의 보고서에서는 이러한 모든 디지털화와 네트워킹에도 불구하고 사용자 지정을 간과하지 않는 방법, 데이터와 데이터 사용 방법에 대해 완전한 관리를 할 수 있는 방법 등을 제시합니다. 더 나아가, 새로운 TNC 기능에 대한 주목할 만한 정보를 제공하는 한편, 추가 교육에 대한 내용과 획기적이고 흥미로운 이야기도 준비되어 있습니다.

저희가 선택한 주제가 독자 여러분께서 경쟁 시장에서 우위를 선점하는 데 효과적인 도움이 되기를 바랍니다. 즐거운 마음으로 읽어 주세요!

Trimatec은 생산 설정에서 한 가지 배치 크기로 시작해 완전 자동화된 6면 밀링을 구현했습니다.

HIT 3.0을 포함한 플랫폼에 대해 대화식으로 알아보기



## 법적 세부 정보

### 발행사

DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH  
Postfach 1260  
83292 Traunreut, Germany  
Tel: +49 8669 31-0  
HEIDENHAIN 웹사이트  
[www.heidenhain.de](http://www.heidenhain.de)

### 편집자

Ulrich Poestgens(편집 책임자), Judith Beck, Frank Muthmann  
Klartext 웹사이트:  
[www.klartext-portal.com](http://www.klartext-portal.com)

### 레이아웃

Expert Communication GmbH  
Richard-Reitzner-Allee 1  
85540 Haar, Germany  
E-mail: [info@expert-communication.de](mailto:info@expert-communication.de)  
[www.expert-communication.de](http://www.expert-communication.de)

### 사진 저작권

모든 이미지:  
© DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH





04

# Klartext

68 + 09/2018

## 목차



16



18

<p><b>설정 시간 없이 단일 부품 연속 생산</b> Trimatec사의 지능형 자동화</p>	4
<p><b>장비 공정 상태를 한 번에</b> StateMonitor: 장비 정보 캡처 및 시각화</p>	8
<p><b>커넥티드 머시닝의 올바른 네트워크</b> 실제 커넥티드 머시닝</p>	10
<p><b>3-D CAD 뷰어</b> 3-D CAD 뷰어</p>	13
<p><b>간단한 기어 가공</b> 복잡한 가공 순서를 위한 쉽고 새로운 사이클</p>	14
<p>HIT 3.0을 이용한 대화형 학습</p>	16
<p><b>바로 HIT!</b> <b>혼자서도 잘해요</b> 서비스 교육: 공작 기계 제작업체뿐만 아니라 누구에게나 흥미로운</p>	18
<p><b>파격적이고 창의적인 발상</b> LTN Servotechnik가 TNC 620을 사용하는 것을 믿기 어려울 것입니다.</p>	20
<p><b>구동력</b> 축 모터가 정확도와 표면 품질에 미치는 영향</p>	24
<p><b>정확도를 높이는 전통적인 방법</b> 클로즈 루프 위치 측정과 신칸센 고속열차 모델</p>	26

# 설정 시간 없이

# 단일 부품 연속 생산

Trimatec 사 - 하이덴하인과 Fastems의 도움을 받아 생산 현장에서 지능형 자동화 솔루션 구현

한 가지 배치 크기로 시작하는 완전 자동화된 6면 밀링으로 Trimatec사의 미래 생산 프로세스를 예측할 수 있습니다. 독일 뮌스터 지역의 노련한 장비 기술자들이 오랫동안 쌓아 온 풍부한 실무 경험과 자동화 전문회사 Fastems사의 지원으로 상상을 현실로 바꾸고 있습니다. 최신 하이덴하인 TNC 640 컨트롤을 장착한 DMC 60 H 장비 두 대는 공작물을 옮기거나 조이는 로봇에 의해 연결되어 있습니다.

Trimatec사의 올리베르 쇠닝(Oliver Schöning) 공정 책임자는 회사의 자동화 솔루션에 대한 아이디어를 이렇게 요약합니다. “저희의 비전은 6번째 면의 가공을 위해 작업자가 손으로 공작물을 돌릴 필요가 없는 생산 환경입니다.” Trimatec사의 카를로스 베자(Carlos Beja) 영업 책임자는 이렇게 덧붙입니다. “저희는 야간에 한 가지 배치 크기로 다양한 작업을 가공할 수 있는 수준에 도달했습니다. 이로 인해 직원들에게 교대근무 없이 좋은 근무 환경을 제공할 수 있죠.” 이는 놀랄 만큼 새로운 생산 현장이 아닙니까! Trimatec사는 어떻게 이런 일을 해낼 수 있었을까요?


## 자동화는 로봇으로 시작하지 않았습니다

“저희의 시스템은 구현 단계를 시작했던 2~3년 전에 만들어진 것이 아닙니다. 자동화를 위한 노력은 그보다 훨씬 전에 시작했습니다” 라고 카를로스 베자(Carlos Beja)가 장기간의 프로세스를 설명합니다. “자동화는 로봇으로 시작되는 것이 아니며, 사실 로봇은 자동화의 종착점이라 할 수 있습니다” 라고 Trimatec사의 베자(Beja)는 이 자동화 프로젝트 중 얻은 경험을 요약해서 말합니다. 그가 이어 말합니다. “로봇 사용은 모든 다른 내부 작업이 미리 완료된 경우에만 가능한 방법입니다.”

Trimatec사가 수행해야 했던 내부 작업은 생산 프로세스를 완벽히 숙지하는 과정이 포함되어 있었습니다. “자동화를 고려하기 전에 먼저 모든 프로그램이 일반적인 수작업으로 원활하게 실행되는지, 자신의 공구를 알고 공구 모니터링 프로세스를 숙지했는지, 공구 클램핑이 완벽한 기능을 발휘하는지, 공작물과 팔레트의 세척이 관리되고 있는지, 그리고 그 외에도 훨씬 더 많은 사항을 확인해야 합니다” 라고 오랜 경험에 대해 베자는 설명했습니다.

그렇다면 Trimatec사의 자동화된 시스템은 실제로 어떻게 작동되고 있을까요? 시스템 앞을 보면 17개의 드로어(적재함)에 374개의 공작물을 수용한 거대한 스토리지 리프트 시스템입니다. 드로어는 크기 110 mm x 120 mm에서 250 mm x 280 mm, 최대 높이 80 mm의 공작물 크기에 대한 섹션으로 분할됩니다. 스토리지 리프트 시스템의 왼쪽에는 전체 시스템을 제어하는 호스트 컴퓨터가 있습니다. 로봇은 스토리지 리프트 시스템 뒤편의 중앙에 위치합니다. 스토





“우리는 이 시스템과 로봇에서  
20년 이상의 밀링 작업을 통해  
모든 노하우를 구현했습니다.”

Trimatec사의 영업 부장 카를로스 베자

작업 공간의 중심:

스토리지 리프트 시스템, 바이스 선반, 바이스 스테이션, 센터링 스테이션 및 버퍼 스테이션에 접근할 수 있는 로봇의 작업 공간

리지 리프트 시스템 주위에는 DMC 60 H 장비 2대, 공작물 클램핑용 바이스 스테이션, 바이스 선반, 센터링 스테이션, 턴 오버 스테이션 및 사전 클램핑된 공작물용 버퍼 스테이션 2대가 모여 있으며, 이 모두가 자동화 작업을 수행하는 로봇의 활동 범위 안에 있습니다.

## Trimatec사는 하루에 32 시간 분량의 생산을 합니다

“이러한 배치를 통해, 두 대의 장비에 모두 스토리지 리프트 시스템의 374개 공작물과 243개 공구를 위한 공간이 있으므로 우리는 6면 가공을 72시간 동안 중단 없이 수행할 수 있습니다. 필요 시, 374개의 단일 공작물에 대해 작업도 가능하죠” 라고 올리버 쇠닝은 시스템의 효율을 열거해 줍니다. 카를로스 베자는 이렇게 덧붙였습니다. “일반적인 8시간 작업자의 경우 장비에서 직원들이 시스템을 로드하고, 작업을 입력하고, 장비 두 대에 모두 필요한 공구와 냉각 윤활제를 공급하고, 필요한 유지보수 작업을 수행할 수 있습니다. 그 후 이러한 모든 과정 중에도 각 장비가 최소 16시간

동안 생산적으로 가동됩니다.” 베자가 덧붙입니다. “저희의 자동화된 시스템에서는 한 사람이 하루에 32시간의 생산 시간을 확보할 수 있습니다.” 높은 생산성과 동시에 여유로운 주말을 즐길 수 있다고 그는 말합니다.

작업자는 자동화된 시스템의 호스트 컴퓨터에서 도움이 되는 정보와 다수의 유용한 도구로부터 지원을 받는데, 호스트 컴퓨터가 단순히 로봇과 스토리지 리프트 시스템을 제어하는 것보다 훨씬 더 많은 일을 하기 때문입니다. 자동화된 시스템은 회사 네트워크와 독립된 자체의 네트워크로 설정됩니다. 그러므로 호스트 컴퓨터는 네트워크 폴더에서 NC 프로그램과 함께 작업 데이터를 주기적으로 가져옵니다. 이 데이터 패키지를 바탕으로 Fastems의 FastWizard 소프트웨어가 작업을 시작합니다. 그런 다음 호스트 컴퓨터는 필요한 공구의 사용 가능 여부와 공구 수명, 정확한 공작물 영역과 일부 완성된 부품을 적정한 수로 사용할 수 있는지 등의 정보를 다시 점검합니다. 또한, 호스트 컴퓨터는 계획된 작업의 지속시간과 예상 시작 시간에 관한 예측도 제공합니다. 미비 항목이 하나라도 있

는 경우 호스트 컴퓨터는 작업을 시작하지 않습니다. 그 대신, 작업 목록의 다음 항목으로 자동 이동하여 장비 작업자에게 작업이 시작되지 않은 이유와 필요한 조치에 관한 정보를 제공합니다. 작업자는 언제든지 개입하여 우선 순위를 수동으로 수정할 수 있습니다. 이러한 방법으로 교체 부품 주문과 같은 시급한 작업이 개별적으로 수행될 수 있습니다.

## 장비 간의 작업 공유

두 장비에서 모두 사용할 수 있는 표준 공구를 사용하면 어느 정도 유연성을 확보할 수 있습니다. 효율 능력과 공구가 만족하면, 호스트 컴퓨터는 계획을 변경하여 장비 간 작업을 분할하여 할당합니다. 장비의 공구에 관한 데이터는 자동화 시스템용으로 특별히 설정된 공구 측정 시스템에서 가져온 것이며 호스트 컴퓨터와 컨트롤러로 직접 전달됩니다.

100 분의 1 범위까지 필요한 가공 정확도를 달성하기 위해 공작물을 터치 프로브로 측정, 보정하여 클램핑 과정에서 발생할 수 있는 부 정확성을 보상합니다. 이를 위해 Trimatec 사는 하이덴하인 터치 프로브 사이클을 사용합니다.

시스템의 CAM 프로그램은 생산 계획 부서에서 제공합니다. 이 부서에서는 프로그램을 전송하기 전에 CAM 프로그램의 시뮬레이션을 먼저 완벽하게 수행합니다. 이러한 시뮬레이션 작업을 통해 Trimatec 사는 자동화 시스템 내의 작업 단계가 원활히 실행되는지 미리 확인할 수 있습니다. 이론상으로, 프로젝트가 자동화 시스템에 업로드 된 후에는 더 이상의 작업자 개입이 필요치 않습니다.

가공 프로그램 외에도 로봇 컨트롤 데이터를 포함한 프로그래밍 헤더도 항상 포함됩니다. 이 헤더에는 시스템에서 공작물을 오류 없이 처리할 수 있는 총 27개의 파라미터가 포함됩니다. 추가적으로 공작물의 치수와 중량 외에 로봇의 최대 그림력과 바이스의 최대 인장력도 포함됩니다.



혁신적인 자동화 시스템을 위한 강력한 파트너: Trimatec사의 올리버 쇠닝과 Fastems 사의 프로젝트 관리자 요하네스 루벤은 두 개의 자동화된 DMC 장비 중 하나의 TNC 640 앞에서 설명합니다.

Trimatec 사의 생산 매니저 올리버 쇠닝은 호스트 컴퓨터 화면에서 작업 관리 프로세스를 설명합니다.



## Trimatec사의 탁월한 선택 - 하이덴하인 컨트롤러

시스템의 컨트롤은 전적으로 호스트 컴퓨터에 의해 일어나고 아무도 컨트롤러에서 직접 작업하지 않지만, 자동화 시스템 장비의 제어 유형에 대해서는 Trimatec 사가 답할 준비가 되어 있습니다. 카를로스 베자는 “두 DMC 장비에 모두 TNC 컨트롤이 장착되어 있다는 사실은 탁월한 선택이었습니다.” 라고 말합니다.

올리버 쇠닝이 한 마디 덧붙입니다. “밀링의 경우 당사 프로그램의 대부분은 CAD/CAM 시스템에서 나오는데, 일관된 컨트롤의 표준화된 인터페이스라는 장점을 제공했으며, 따라서 포스트 프로세서는 하나면 충분합니다. 이러한 장점은 NC 프로그램을 생성하는 과정에서 공정 신뢰성을 크게 향상시킵니다. 또한 프로그램을 생성할 때에도 하이덴하인 사이클을 사용합니다.” 카를로스 베자는 또 한 가지 흥미로운 요인을 언급합니다. “하이덴하인 컨트롤러는 까다로운 가공에 널리 사용됩니다. 따라서 추가 직원을 고용할 경우, 하이덴하인 컨트롤러에 익숙한 사람은 전문지식이 풍부하고 컨트롤에 대한 교육을 받았다는 뜻이기 때문에 당사가 충분한 자격을 갖춘 직원을 찾는 것이 상대적으로 쉽습니다.”

Fastems사의 프로젝트 관리자 요하네스 루벤(Johannes Louven)은 하이덴하인 DNC 인터페이스를 통해 호스트 컴퓨터에, 그리고 PROFINET을 통해 장비에 하이덴하인 컨트롤을 연결하는 것이 얼마나 쉬운지 경험하고 기뻐했습니다. 그는 이렇게 설명합니다. “하이덴하인 컨트롤러의 문서와 인터페이스에 대한 설명은 전적으로 신뢰할 수 있습니다. 인터페이스 설명은 물리적으로 사용 가능한 사항을 그대로 반영하고 있거든요. 아쉽게도 타사 제품에서는 이런 경우를 찾기가 쉽지 않죠” 라고 다른 프로젝트의 경험을 떠올리며 말합니다. 루벤의

“저희는 모든 장비에 하이덴하인 컨트롤러를 탑재하고 있습니다. 밀링의 경우, 특히 동시 5축 가공의 경우 더 좋은 방법이 없습니다. 선삭의 경우, 프로그램 운영과 조작이 정말 쉽고 사용자 친화적입니다.”

Trimatec사의 영업 부장 카를로스 베자

말이 계속됩니다. “하이덴하인이 더욱 좋은 이유는 세부적인 질문에 맞는 답변을 얻을 수 있는 탁월한 지원을 제공한다는 점입니다. 저희는 즉시 R&D 부서와 연락할 수 있었고 최고의 지원과 포괄적인 전문지식을 전달받을 수 있었습니다. Fastems Fast-Wizard 소프트웨어와 하이덴하인 DNC의 통신을 통합하여 호스트 컴퓨터에 연결할 때 어떠한 문제도 없었습니다.”

한편, 자동화 시스템은 2017년 중반 이후 완벽하게 생산을 시작했습니다. 그래서 다음과 같은 Trimatec사의 성공 공식이 등장했습니다. 하루 8시간 이상의 높은 생산량 + 높은 유연성, 하나의 배치 크기로 시작하는 까다로운 부품에 대한 자동화된 제조 능력 = 고객 만족 + 여유로운 직원 이직 성공 스토리를 들어 볼까요!



StateMonitor 소프트웨어는 장비 상태에 대한 정보를 제공합니다.

## 장비 공정 상태를 한 번에

StateMonitor는 장비의 중요한 정보를 캡처하고 시각화합니다. 이제는 모니터링 장치와 컨트롤러는 독립적입니다.

시대는 변합니다. 오프라인 쇼핑은 새로운 제품과 트렌드를 파악하기에 가장 적합한 방법이었습니다. 하지만 요즘은 이러한 정보를 PC 화면, 태블릿 또는 스마트폰에서 온라인으로 확인할 수 있습니다. 또한 이를 통해 어떤 제품이 가장 적합한지 비교 평가도 할 수 있습니다. 이러한 변화가 여러분과 여러분의 업무와 하이덴하인에 어떤 것을 가져다 줄까요? 셀 수 없을 만큼 많습니다.

많은 회사에서 공장 튜어를 통한 관리는 여전히 생산 직원의 업무 중 하나입니다. 이를 통해 가동 순서, 가공 진행률, 필요한 공구 교환, 칩 컨테이너와 냉각 윤활제 탱크 잔여량, 공작물 재고, 장비 공구에서 완성된 공작물 수량 등 현재 상태에 대한 최신 정보를 알 수 있습니다.

사실 이 중 많은 것은 불필요합니다. 왜냐하면 이러한 정보는 완전히 디지털화된 생산 환경에서 직접 얻을 수 있기 때문입니다. 커넥티드 머시닝을 통해 장비를 회사

네트워크에 통합할 뿐만 아니라 필수 데이터를 수집하고, 이 데이터를 그래픽으로 표시하며 작업장을 확인할 수 있도록 지능형 소프트웨어도 필요합니다. 이 것이: StateMonitor 입니다.

StateMonitor는 각 장비 상태를 실시간으로 보여 줍니다. 이는 하이덴하인 컨트롤을 갖춘 장비에만 국한되지 않습니다. 다음 인터페이스 중 하나가 있다면 어느 장비와도 연결할 수 있습니다. 하이덴하인 DNC, OPC UA, MTConnect, Modbus. 인터페이





StateMonitor는 생산 중 발생하는 일들을 사용자에게 적극적으로 알려줍니다.



**HEIDENHAIN**  
StateMonitor

+ StateMonitor에 직접 연결하려면  
[www.klartext-portal.com/statemonitor](http://www.klartext-portal.com/statemonitor)  
를 참조하십시오



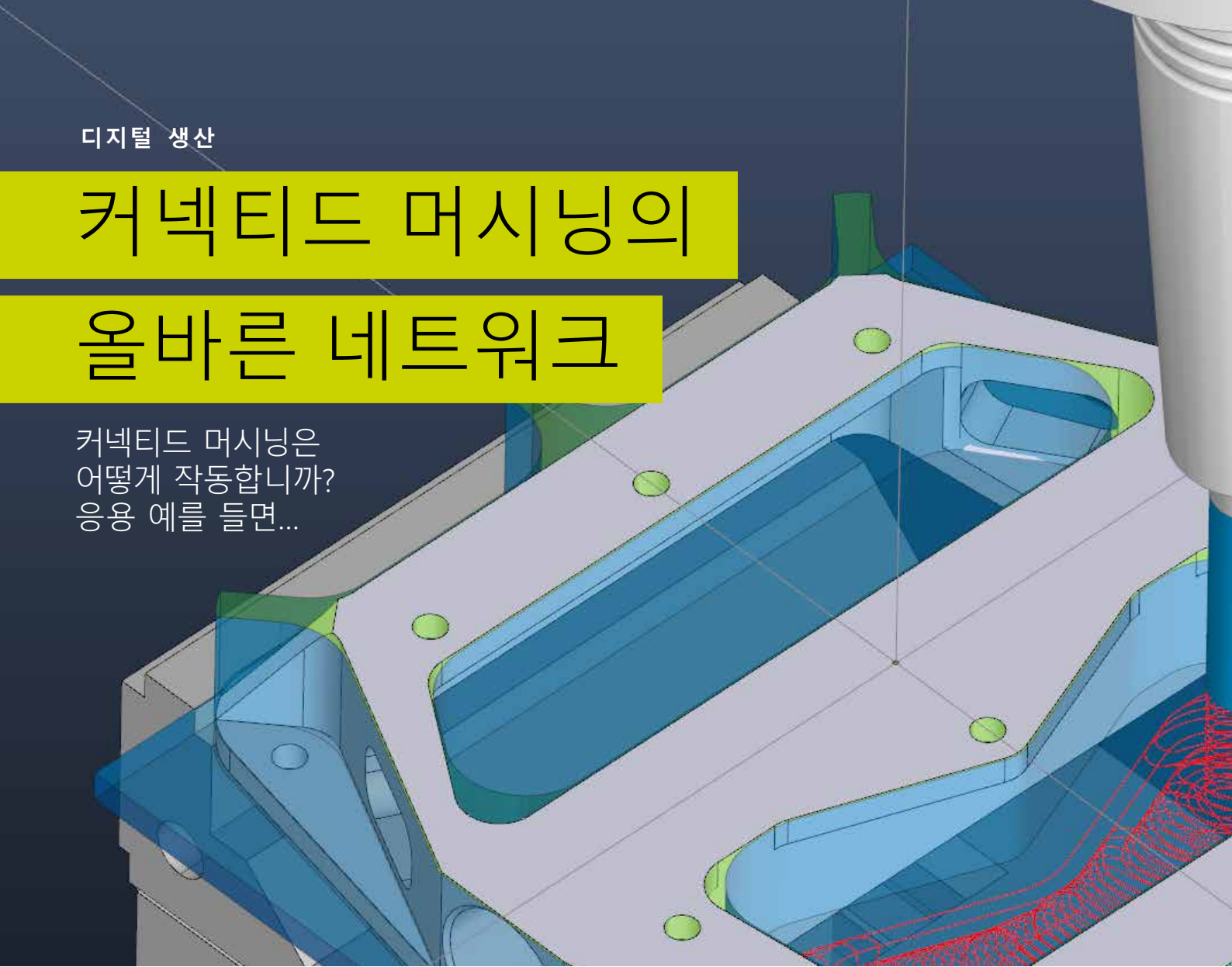
스와 장비 제어에 따라 표시할 수 있는 정보에는 작동 모드 상태, 프로그램, 장비 메시지 및 조치 방법이 포함됩니다.

그런 다음 StateMonitor로 이러한 데이터를 빠르고 간단하게 평가하여 효율성과 생산성을 개선할 수 있습니다. 또한 작업 데이터 캡처와 피드백을 사용하여 장비 데이터의 우선 순위 관련 분석을 할 수 있습니다. 여기서 중요한 점은 사용자와 제조 환경의 필요에 따라 StateMonitor 소프트웨어를 개별적으로 구성하기 때문에 데이터의 주

체가 되고 유지된다는 것 입니다. 사용자는 평가 범위를 결정합니다. 사용자는 데이터 접근 권한을 가집니다. 사용자는 적합하다고 생각되는 저장 위치를 지정합니다. 또한 MES와 ERP 시스템에 대한 데이터도 제공합니다. StateMonitor는 사용자의 필요에 맞게 반영되며 설정을 벗어나지 않습니다.

# 커넥티드 머시닝의 올바른 네트워크

커넥티드 머시닝은  
어떻게 작동합니까?  
응용 예를 들면...



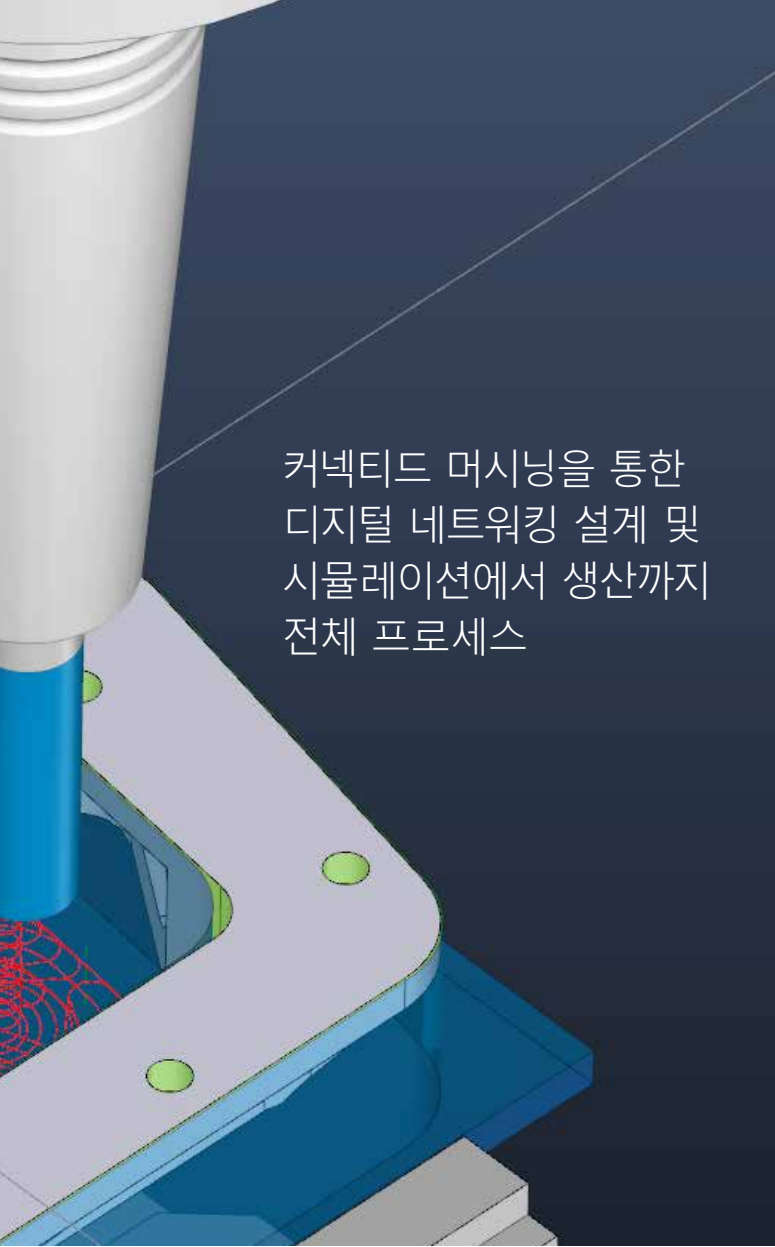
디지털화, 네트워크로 연결된 생산 및 지능형 공장—이러한 용어와 회자되는 많은 유행어는 제조 산업이 현재 열띤 토론 중인 주제가 무엇인지 보여줍니다. 자전거 페달 생산의 예시로 이러한 주제를 보는 시각과 커넥티드 머시닝을 통해 저희가 제공하는 솔루션을 설명하고자 합니다.

제품 제작에서 납품 준비 완료까지 모든 작업 단계가 커넥티드 머시닝을 통해 디지털로 연결되는 생산 인프라가 어떤 모습일까요? 언뜻 보면 기존 생산과 다르지 않은 것 같습니다. 디지털 체계인 개별 스테이션과 종이가 없는 상황에서의 연결인데, 이 연결을 하이덴하인 컨트롤을 사용한 커넥티드 머시닝입니다.

네트워킹은 보통 다음과 같이 구성됩니다.

- CAM 프로그래밍과 시뮬레이션이 포함된 디자인
- 공구 준비 및 공구 공급
- 하이덴하인 컨트롤이 장착된 공작 기계
- 품질 검사
- 공구와 소재에 대한 조달 체계
- 완제품의 배송을 위한 물류 체계
- 작업 계획 및 처리





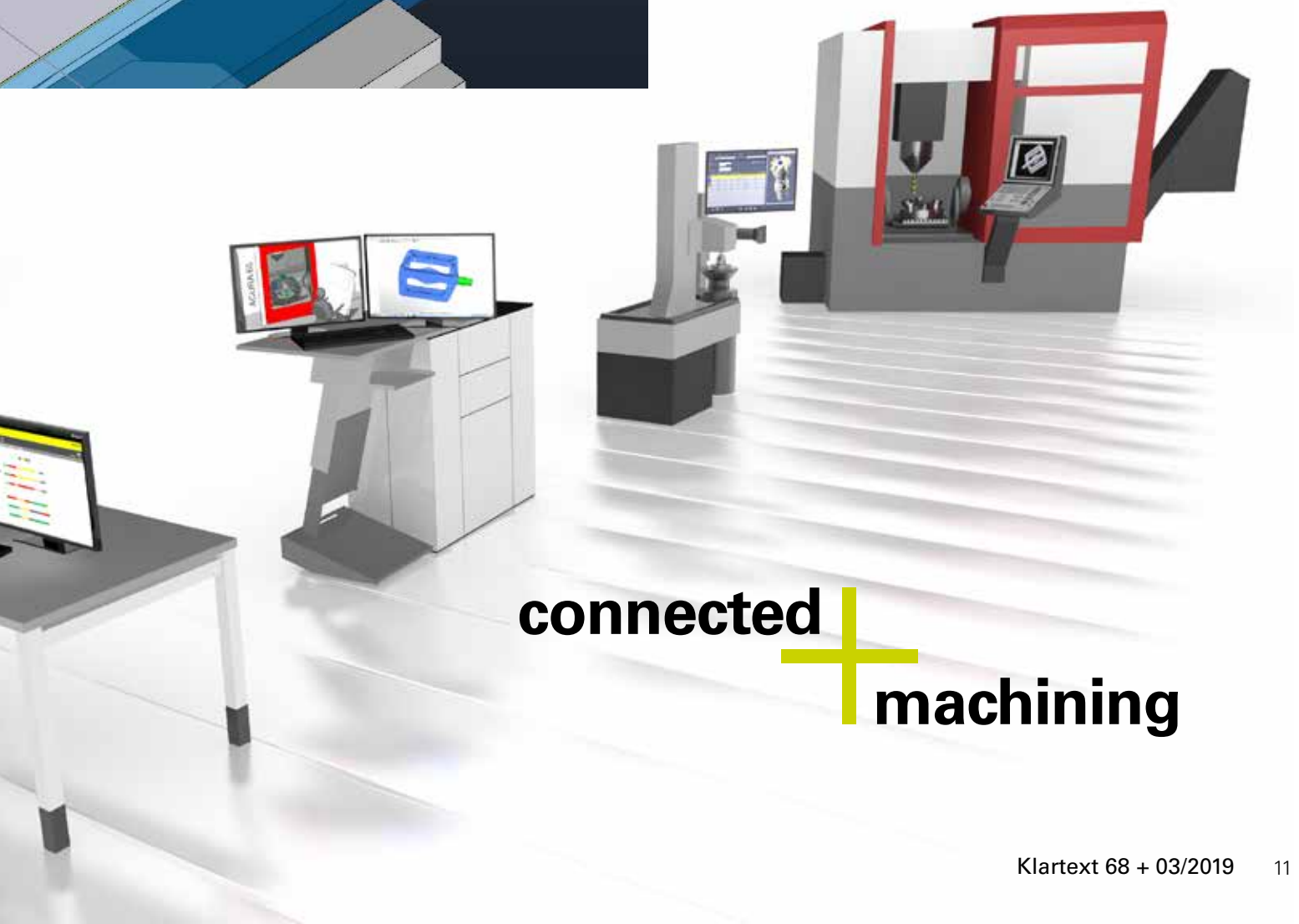
커넥티드 머시닝을 통한  
디지털 네트워킹 설계 및  
시뮬레이션에서 생산까지  
전체 프로세스

## 디지털 네트워크의 중심의 : 하이덴하인 컨트롤

위의 디지털 네트워킹 생산 예시를 들어 실제로 부가가치가 창출되는 생산 현장에서 시작해 보겠습니다. 공작물은 작업을 위해 장비의 팔레트에 놓여 있습니다. 여기서, 장비 사용자는 해야 할 일을 어떻게 알 수 있을까요?

보통은 몇 가지 서류 - 도면, 부품 목록, 공구 목록, 마감기한 등 모든 정보가 포함된 파일을 받습니다. 그 다음에 문서에 있는 내용을 찾아보겠조. 극 소수의 경우에만 생산 관련 데이터를 신속하게 파악하여 찾을 수 있습니다.

그러나 커넥티드 머시닝을 사용하여 디지털로 연결된 생산 환경에서는 더 이상 이런 서류들이 필요 없습니다. 예를 들어 TNC 640컨트롤러를 통해 생산 현장에서 생산과 관련된 모든 사내 데이터에 직접 접근할 수 있으며, 이런 데이터 역시 네트워크로 연결되어 있습니다.



**connected** + **machining**

## 직접 데이터 교환: 도면 데이터와 NC 프로그램

하이덴하인의 Remote Desktop Manager 옵션을 사용하면 하이덴하인 컨트롤러에서 CAM 시스템에 직접 접근할 수 있습니다. 한편 CAM 시스템은 공구 데이터베이스에서 프로그램 작성을 위한 정보를 이용합니다.

## 작업성 유지: 작업 계획

이제 TNC 640의 배치 프로세스 매니저(Batch Process Manager)를 사용하여 장비에서 작업 실행을 예약할 수 있습니다. NC 프로그램과 팔레트 상에 있는 공작물의 장착 위치는 특정 작업에 따라 연결됩니다. 배치 프로세서 매니저는 가공 시간에 관한 정보도 제공합니다. 또한 완성품의 추가 물류 또는 장비의 이후 작업 예약 등 주문 계획에도 이를 사용할 수 있습니다.

## 모든 정보 제공: 공구 데이터 및 공구

조정된 공구는 이미 장비의 공구 매거진에 적재되어 있습니다. 공구는 공구 홀더의 코드(예를 들어 바코드 형태나 RF형태)에 의해 명확히 식별됩니다. 공구 매거진을 채우는 동안 스캐너를 사용하여 이 코드를 읽습니다. 그러므로 TNC 640은 장비에 있는 공구가 무엇인지 바로 알 수 있습니다. 데이터는 이더넷을 통해 공구 관리 시스템에서 직접 보내집니다.

안전을 위해 컨트롤러는 NC 프로그램에 사용 될 공구와 실제로 사용할 공구를 자동으로 비교합니다. 그 후, 누락된 공구를 보고하고 예상 가공 시간을 계산합니다. 준비가 필요한 공구만 포함된 목록을 따로 출력할 수 있습니다.

완성된 공작물:  
산악 자전거용 페달



## 필요한 시점에 네트워크 연결: 공구 순서 변경

새 공구를 지시하기 위한 작업 데이터를 공구 관리에서 나온 데이터와 함께 사용합니다. 그러면 공구 준비 스테이션에서 추가로 필요한 공구에 대한 주문을 즉시 수행합니다. 그런 다음, 공구 관리에 저장된 데이터를 기반으로 공구 준비 스테이션에서 교정을 위해 공구 프리세터에 새 데이터를 준비할 수 있습니다.

이 경우에 정확한 공구 설정 데이터도 공구 관리 시스템으로 보내집니다. 사전 설정된 공구에는 식별을 위해 공구 홀더에 자체에도 코드가 부여됩니다. CAM 프로그램과 가상 머신은 이 데이터에 정확히 접근할 수 있습니다.

## 향상된 프로세스: 품질 보증

끝으로, 장비에 있는 공작물의 자동 교정으로 품질 보증을 위해 중요한 데이터를 제공합니다. 이때 컨트롤러는 간단히 데이터를 보존하거나 직접 평가할 수 있습니다. 당연히 데이터는 다른 시스템에도 사용할 수 있으므로 NC 프로그램에서 공구에 이르기까지 프로세스 체인의 모든 링크가 최적화될 수 있습니다.

# 3-D CAD 뷰어

지금까지 10여 년 동안 사용자는 DXF 파일을 TNC 컨트롤러에서 직접 열어야만 데이터를 NC 프로그램에 전송할 수 있었습니다. 새로운 CAD 뷰어는 이제 제3-D 파일을 볼 수 있습니다.

오랫동안 DXF 파일 형식은 2-D 설계 도면 정보를 확인하는 수단이었습니다. 그러나 이제는 3-D 동영상이 영화의 주가 되었듯이 이제는 가공 분야에서 주로 3-D 모델로 설계합니다. 결과적으로 3-D 설계는 복잡한 공작물을 구상하는 기능을 크게 향상시켰습니다. 따라서 3-D CAD 도면을 직접 확인하고 가공할 수 있는 하이덴하인 TNC 컨트롤러는 매우 적합합니다.

TNC 컨트롤러는 3-D 데이터로 작업할 수 있도록 CAD 뷰어를 제공합니다. 이는 NC 소프트웨어 -05 버전 이후 TNC 640의 표준 기능입니다. CAD 뷰어를 사용하면 STEP, IGES 및 DXF 파일의 데이터를 컨트롤러에서 바로 열고 볼 수 있습니다. 예를 들어, 치수가 찜찜한 경우 도면의 치수를 조회하거나 컨트롤 상에서 수정된 도면을 열어 데이터를 확인할 수 있습니다. CAD 뷰어의 확장으로 새로운 NC 소프트웨어 -08 버전

부터는 CAD import function(옵션 42)을 사용하여 위에서 지정한 형식의 데이터를 NC 프로그램에 직접 편리하게 로딩할 수 있습니다.

## CAD import function 옵션은 객체 지향 프로그램을 지원

CAD import function을 사용하여 3-D 모델의 윤곽과 위치를 실제 컨트롤러나 프로그래밍 스테이션(Programming station)에서 NC 프로그램으로 전송할 수 있습니다. 또, CAD import function은 STEP 및 IGES 포맷 형식도 지원합니다. 더 이상 기존 3-D 모델에서 별도의 DXF 파일로 변환하는 과정이 필요 없습니다. 형상과 좌표를 로드할 뿐만 아니라 데이터 및 킬링 평면 정의를 CAD import function에서 수행할 수 있습

니다. 좌표계의 재 설정은 도면의 가공 위치가 일치하지 않는 경우 전체를 회전시켜 간편하게 사용할 수 있습니다.

CAD 뷰어와 특히, 뷰어의 CAD import 확장 기능은 객체 지향 프로그래밍을 위해 아주 효과적인 도구입니다. 프로그래밍은 CAD 데이터를 전송함으로써 빠를 뿐만 아니라 훨씬 안정적입니다. 동시에 객체지향적인 프로그래밍을 통해 기계에서 직접 사용자의 광범위한 전문 지식이 NC 프로그램에 반영할 수 있습니다.



예를 들어 산악 자전거용 페달처럼 복잡한 구성품의 3-D 데이터를 NC 프로그램에 직접 불러올 수 있습니다.





## 간단한 기어 가공

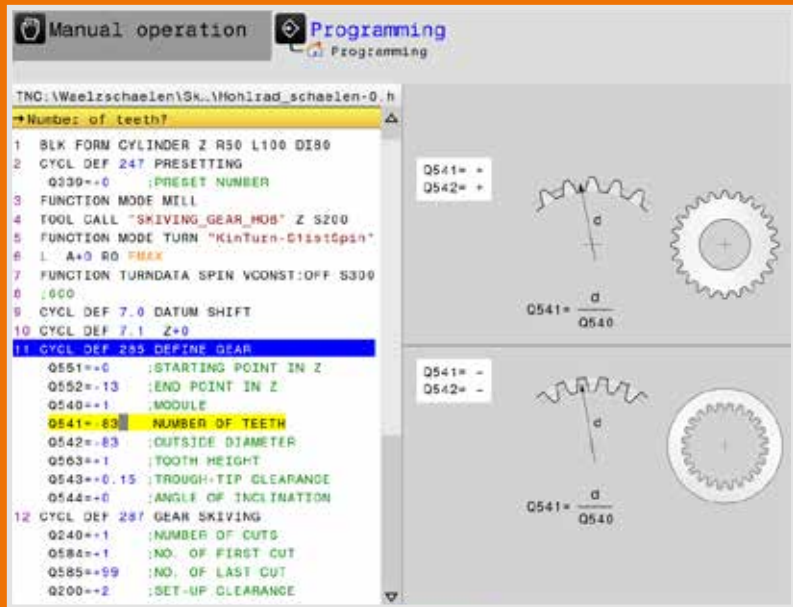
스카이빙(Skiving)은 현재 공작 기계의 핫 이슈인 내경 기어 형상 가공에서 많이 쓰입니다. 새로운 사이클은 복잡한 방법의 프로그래밍을 아주 간단하게 만들어 사용할 수 있습니다.

기어 가공은 많은 기계 기술자들에게 여전히 어려운 과제여서 전문가들만이 하는 작업 분야라고 생각합니다. 하지만 고품질의 내경 및 외경 기어 형상을 위한 TNC 640의 세 종류의 새로운 사이클은 이런 모든 시각을 바꿉니다. 스카이빙(skiving)이나 호빙(hobbing) 기능을 사용하면 평 기어 또는 헬리컬 기어 가공을 하나의 간단한 설정으로 완벽하게 가공할 수 있습니다. 이 기능으로 두 형태의 가공을 밀링과 선반 모드에서 모두 수행할 수 있습니다.

예를 들어, 내경 및 외경 기어는 자동차에 상당히 많습니다. 자전거에서부터 건설 기계까지 기어가 맞물려 구동되는 시스템은 굉장히 많고 기어 간 정확한 맞물림이 되어야 동작하는데 이상이 없습니다. 기어 가공은 아직도 특수한 기어 가공기에서 만들어지는 경우가 많고 그때마다 공작물의 셋팅이 필요한 매우 힘든 작업입니다. 또한, 기존의 기어 가공 방법 자체가 시간을 많이 소요하는 공정이 많습니다. 하이덴하인 컨트롤러가 제공하는 기어 사이클을 사용하면 간단한 설정으로 많은 시간과 노력과 비용을 절약할 수 있습니다.

### 복잡한 동작의 단순한 프로그램

새로운 cycle 287의 "기어 스카이빙(Gear skiving)"은 복잡한 기어 가공 순서를 간단하게 프로그래밍할 때 사용됩니다. 작업자는 오직 기어 형상 데이터와 사용할 공구만 정의하면 됩니다. 가공에 필요한 연산, 특히 스카이빙을 위한 복잡한 축 간 동기화는 TNC 640에서 실행됩니다. 따라서 내경 기어의 가공 프로그램은 매우 간단하게 구현할 수 있는 표준화로 변화됩니다.



프로그램을 위해서 기어 형상과 공구에 관한 약간의 정보만 필요합니다.

현재의 성공적인 스카이빙 가공은 예전 전용 기어 가공기에 비해 훨씬 더 높은 효율과 생산성을 가능하게 했습니다. 새로운 공구에 대한 기술과 듀얼 스피들을 사용하는 TNC 640에서는 스카이빙 가공을 사용하여 복잡한 기어 가공을 간단하게 처리할 수 있습니다. 유일한 요건 사항은 스피들 간의 동기화와 빠른 스피들 속도를 갖춘 장비입니다.

## 쉬운 호빙(hobbing) 기능

기어 형상 및 공구 정의를 기반으로 한 스카이빙과 같은 단순한 방법으로, TNC 640의 cycle 286 기어 호빙(gear hobbing)을 매우 쉽게 사용할 수 있습니다. 호빙(hobbing)은 주로 외경 기어 가공에 적합합니다. 이 방식의 장점은 수준 높은 생산성과 비교적 쉽게 제작된 공구로 다양한 형상의 기어를 가공할 수 있기 때문입니다.

## 한 번의 정의, 반복 사용

새로운 기어 사이클은 cycle 285 "기어 정의(Define gear)" 입니다. 이름에서 알 수 있듯이 이 사이클은 기어 형상을 정의하며, 작업자는 기어 형상에 대해 한 번만 정의하면 됩니다. 이후 생산 순서 (예를 들어 황삭 및 정삭)의 모든 필수 가공 단계는 이 정의로 되돌아갑니다.

## 안전성 향상을 위한 최적의 리프트 오프 기능(Lift-off)

간단한 프로그래밍과 더불어, 새로운 사이클의 이점은 안전성 향상입니다. 예기치 않은 프로그램 중단 (예를 들어 정전)으로 인한 공구나 소재 및 기계의 손상을 방지하기 위해 사이클 286과 287은 리프트 오프(Lift-off) 기능을 지원합니다. 이 사이클은 공작물에서 공구를 후퇴시킬 방향과 경로를 모두 자동으로 정의합니다.

## 스카이빙 (Skiving)

동기 스피들(Synchronous spindle)이 장착되어 있는 기계에서의 외경 및 내경 기어의 가공

이점:

- 동기 스피들(Synchronous spindle)이 장착되어 있는 기계에서의 외경 및 내경 기어의 가공
- 부가적인 장치가 필요하지 않음
- 기어 가공을 위한 장비 변경 없음—시간 절약 및 품질 향상

## 호빙 (Hobbing)

외경 기어의 가공 순서 (특수한 경우 내경 기어 포함) 공구 스피들과 공작물 스피들의 필요한 동기화는 커플러 메커니즘을 통해 기계적으로 또는 컨트롤러의 동기화 기법을 통해 제어적으로 구현할 수 있습니다.

이점:

- 매우 다양하고 복잡한 기어 형상 가공
- 다양한 표준 공구와 간단한 특수 공구
- 생산성이 매우 높은 가공 공정

## 리프트 오프(Lift-off)

예상치 못한 프로그램 중단 시, 공구 및 공구 스피들은 공작물로부터 멀리 떨어지도록 제어되어 충돌 없이 움직입니다.

이점:

- 공작물, 공구 및 스피들 손상 방지
- 재 시작 후, 중단된 가공에서부터 다시 시작
- 자동—작업자 수동 조작 필요 없음

+ 이 주제에 대한 자세한 내용은 [amb.heidenhain.de](http://amb.heidenhain.de) 참조하세요.





## 바로 HIT!

### 하이덴하인 대화형 교육인 새로운 HIT 3.0을 이용한 대화형 학습

HIT는 대화형 TNC 프로그래밍 언어인 Klartext의 하이덴하인 컨트롤러 NC 프로그래밍을 위한 멀티미디어 학습 개념입니다. HIT는 프로그램을 처음 사용하는 사람, 숙련자 및 전문가의 검증된 교육 및 후속 조치 과정을 자가 학습과 대면 교육 방법 모두 지원합니다. 새로운 버전에서는 모바일로도 학습이 가능합니다.

하이덴하인은 2011년 말에 HIT의 첫 번째 버전을 출시했습니다. 그 후 2만 명이 넘는 사용자가 대화형 교육 프로그램을 이용하

여 Klartext 대화형 언어로 프로그래밍에 하는 것에 익숙해졌습니다. 새로운 버전 3.0은 복잡한 설치과정이 없고 OS와도 상관 없이 사무실, 가정 또는 출장 시에도 표준 웹 브라우저를 실행할 PC, 태블릿 또는 스마트폰으로도 사용이 가능합니다.

HIT 학습 패키지 "밀링 3축 가공"은 여러 학습 모듈에서 Klartext 대화형 TNC 프로그래밍 언어의 기본 기능뿐만 아니라 CNC 밀링 장비와 TNC 컨트롤러의 가장 중요한 부분도 자세히 설명합니다. "ISO 프로그래밍" 학습 모듈은 Klartext 프로그래밍의 본질적인 차이점을 설명합니다.

HIT는 완벽한 이해를 기반으로 합니다.

- 비디오와 애니메이션으로 학습 내용을 명확히 보여 줍니다.
- TNC 프로그래밍 스테이션의 안내형(시뮬레이션) 프로그래밍과 연습문제를 통해 TNC 공작 기계의 실용적인 프로그래밍과 작동 방법을 사용자가 익히도록 도와 줍니다.
- 대화형 지식 테스트는 학습된 기술을 반복적으로 질의하며 학습자에게 본인의 학습 상태에 관한 신뢰성 있는 피드백을 제공합니다.



## HIT 구성

- HIT 학습 소프트웨어는 모든 필요한 제어 기능을 설명합니다.
- HIT 가이드북은 HIT 학습 소프트웨어에 대한 지침, 프로그래밍을 위해 유용한 콘텐츠 요약, 학습 패키지를 완료한 후 참고자료로 제공됩니다.
- 프로그래밍 스테이션은 동작기계용 컨트롤러를 PC 기반으로 구현한 것입니다. 프로그래밍 스테이션의 무료 데모 버전을 사용하여 모든 HIT 프로그래밍 작업을 수행하고 그래픽으로 시뮬레이션 할 수 있습니다. 가상 키보드를 이용하여 컨트롤러 고유의 대화 상자를 실제 컨트롤의 키보드인 것처럼 익힐 수 있습니다.

새로운 **하이덴하인 학습 플랫폼**을 사용하여 HIT 학습 소프트웨어를 관리할 수 있습니다. 이 학습 플랫폼은 많은 학교와 대학교에서 사용하는 무들(Moodle, 오픈 소스 전자 학습 플랫폼) 학습 플랫폼을 기반으로 하며 특히 교사를 위해 다양하고 아주 유용한 기능을 제공합니다. 예를 들어 프리미엄 라이선스를 사용하면 교사가 만든 내용을 저장하고 이를 HIT 학습 소프트웨어와 함께 학생들에게도 제공할 수 있습니다. 또한 교사는 모든 테스트에 성공적으로 합격한 학생에게 교육 인증서를 만들어 줄 수도 있습니다.

## 학습 패키지

- 새로운 버전 3.0에서는 이전의 "HIT Klartext" 및 "HIT DIN/ISO" 학습 패키지 대신 HIT 학습 패키지 "밀링 3축 가공"을 대신 사용합니다.
- 새로운 HIT 학습 패키지 "밀링 5축 가공"은 이전의 "HIT Tilting 3+2" 패키지를 대체합니다.



✦ HIT "밀링 3축 가공" 학습 패키지와 특히 다양한 라이선스에 대한 자세한 내용은 [www.klartext-portal.com/en/training/hit-learning-method](http://www.klartext-portal.com/en/training/hit-learning-method)를 참조하십시오



체계적인 교육 코스

# 혼자서도 잘해요

하이덴하인은 자사의 컨트롤러를 사용하는 서비스 기술자도 교육합니다. 공작 기계 업체뿐만 아니라 누구에게나 흥미로운 주제입니다.

현장 반영, 유익함, 사용자 지향적: 프로그래밍 코스뿐만 아니라 하이덴하인의 서비스 과정을 설명합니다. 이는 "TNC 640 서비스" 코스에 참여한 케니 마가시너(Kenny Magasiner)와 크리스토프 에젤스도르퍼(Christoph Etzelsdorfer)에 의해 확인되었습니다.

5명의 참여자, 5개의 다른 목표, 하지만 하나의 공통 세미나. "TNC 640 서비스" 코스에서는 정상적으로 동작하지 않을 경우의 해결책을 배웁니다. 그리고 중요한 사항은 : 컨트롤러가 여기서 하는 역할은 무엇일까요?

세미나 강사와 대화를 하다 보면 많은 이론이 있다는 것을 알게 됩니다. 진단 가능성, 오류 메시지, 데이터 백업, 엔코더 인터페이스 등의 용어는 비 종사자에게는 흥미롭지 않습니다. 하지만 교육 수강자에게는 다릅니다. 장비 제작업체 Grob사에 서비스를 제공하는 강사 케니 마가시너는 "강사가 교육을 시작할 때 모든 참여자에게 목표와 기대치를 질문하고 이를 고려했습니다" 라고 말했습니다. 오스트리아의 사출 성형 공구 전문업체인 ifw mould tec 사의 서비스 사업부의 크리스토프 에젤스도르퍼는 이렇게 덧붙입니다. "저로서는 이론에서 실무

로의 전환이 특히 흥미롭습니다. 강의실에서 최대 2명의 교육자가 테스트 벤치를 공유하기 때문에 방금 배운 내용을 실용적인 방법으로 통합 할 수 있습니다. 그런 다음 다양한 경우를 테스트하기 위해 실제 장비에서 연습합니다. 예를 들어, 매우 이론적인 PLC 문제 해결은 하이덴하인 교육 센터의 실제 장비에서 흥미로운 실습 연습문제가 됩니다.

크리스토프 에젤스도르퍼는 10년 경력의 밀링 전문가입니다. 4년 전에 그는 서비스 업무로 전환했으며 현재는 주로 회사 장비의 설치를 주로 합니다. "저는 아직 서비스 전문가라고 할 수 없지만, 제 경력 때문에 사용자 측면과 기술자 측면에서 모두 훌륭한 기초 지식을 가지고 있습니다. 저는 이 교육이 아주 흥미롭습니다. 저는 추후 장비 설치 시, 사용할 수 있는 많은 정보도 얻을 수 있습니다. 예를 들면, 머신 파라미터의 백업을 만들 때 말이죠."



케니 마가시너는 강사이며 향후에는 Grob 장비 사용자들에게 하이덴하인 교육 코스를 가르칠 것입니다. 따라서 그는 코스 강사에게 어떤 칭찬을 해야 하는지 정확히 알고 있습니다. "저는 일과 중의 질문에 답하기 위해서 기술적 배경에 관한 자세한 지식이 필요합니다. 이 정보는 제게 명확히 전달되었습니다."

자신의 훈련을 위한 집중적인 준비: 케니 마가시너는 곧 Grob 사 장비의 사용자들에게 강의할 예정입니다.





실무 부문의 차별화된 서비스 코스—기계의 전기 캐비닛 기술

실제 일어날 수 있는 예제 상황: 스피들 손상, 비상 정지, 아무 것도 작동하지 않습니다. 그러나 스피들을 분리하기 위해서는 호이스트 크레인을 사용할 수 있는 위치까지 기계를 움직일 수 있도록 해야 합니다. 하이덴하인 서비스 교육 코스 이수자들에게는 이 작업이 문제가 되지 않습니다. 스피들을 시뮬레이션 모드로 전환하면 스피들에 관련된 비상 정지, 기계 정지 및 알람과 상관 없이 축을 이용하여 원하는 위치로 이송할 수 있습니다. 언뜻 보기에 매우 이론적인 서비스 교육이지만 평상 시 매우 구체적인 도움을 줍니다.

“저로서는 이론에서 실무로의 전환이 특히 흥미롭습니다. 강의실에서 최대 2명의 교육자가 테스트 벤치를 공유하기 때문에 방금 배운 내용을 실용적인 방법으로 통합할 수 있습니다. 그런 다음 다양한 경우를 테스트하기 위해 실제 장비에서 연습합니다.”

크리스토프 에첼스도르퍼,  
ifw mould tec GmbH 서비스 사업부



+ 하이덴하인 교육 코스에 대한 최신 정보는 <https://training.heidenhain.com/kr> 에서 참조하실 수 있습니다.



서비스

# 파격적이고 창의적인 발상

LTN Servotechnik 사에서는 레졸버 와인딩 장비를 TNC 620을 사용하여 레트로피 하였습니다. 밀링 컨트롤러에서 창의적으로 일한다는 것은 믿기 어렵습니다.

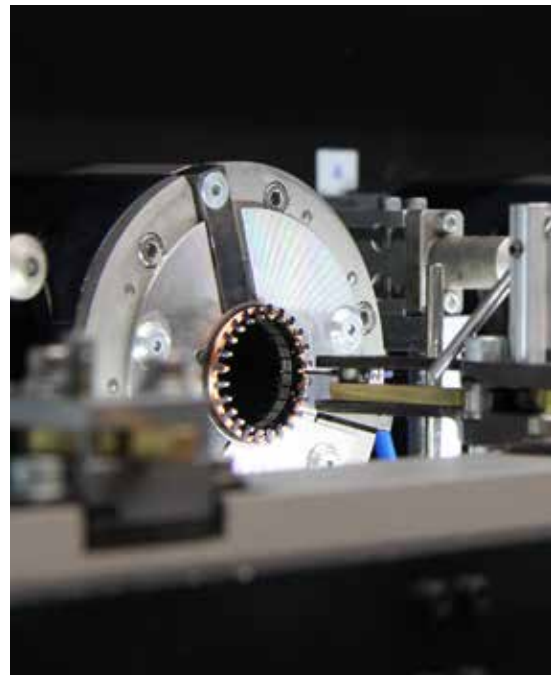
독일 뮌헨 부근 오터핑에 소재한 LTN Servotechnik사의 레졸버 와인딩 장비는 20년이 넘는 시간 동안 끊임없이 사용을 했습니다. 오랜 세월로 인해 기계적 마모는 무시할 수 없는 수치이며 구식 DOS 컨트롤러로는 더 이상 프로그래밍도 할 수 없습니다. 해결 방법이 있을까요? 레트로피입니다. 첫 번째 장비를 레트로피한 지 3개월 후, 이제 다양한 긍정적 효과를 확인할 수 있습니다.

LTN사에서 레졸버의 생산 과정을 처음 살펴보니 첨단 전자 회사라기보다는 섬유 회사의 느낌이 강했습니다. 장치가 질서 정연하게 몇 줄로 서 있고 기계식 캐노피 위에 코일이 달린 공급 장치가 눈길을 끄니다. 연선을 감아 놓은 코일은 각 장치의 작업 영역에 있습니다. 각 장비에는 와인딩 스테이션 8개가 병렬로 배치되어 있습니다.

그런데, 연선은 꼬인 것이 아니고 아주 가는 구리선입니다. 가장 가는 선은 직경이 50 µm이고 표준 직경도 70 µm밖에 안 됩니다. 비유하자면 사람 머리카락만큼 가늘고 쉽게 끊어질 수 있습니다. 구리선은 단순히 코일로 감겨져 있지 않고 고정자 권선 코어의 복합 권선 공정에 연결되어 있습니다. 결국 레졸버가 놓인 각 위치에 대한 매우 정확한 정보를 도출할 수 있는 전압을 공급해야 합니다.

LTN사에서 레트로피 프로젝트를 담당했던 장비 설계자 안드레아스 빌레레르(Andreas Willerer)의 경우, 구형 레졸버 와인딩 장비 전체를 업그레이드 해야만 보람 있고 성공할 수 있다는 것을 처음부터 알고 있었습니다. "우리는 레트로피 후에 표면적인 결과가 아니라 미래의 능력을 갖춘 장비를 원했습니다." 이 때문에 기술자들은 첫 번째 기계의 개조에서 제대로 된 결과를 구현했습니다. 새로운 드라이브, 구형 DC 모터 대신 새로운 서보 모터, 새로운 기어 변속기, 새로운 제어 보드, 하이덴하인의 Endat 인터페이스를 지원하는 멀티털 애플루트 엔코더를 장착했습니다. "저희는 가능한 일이 무엇인지, 다른 장비에 어떻게 적용할 수 있는지 알고 싶었습니다. 결국 회사는 레트로피를 위해 6대의 장비를 추가로 확보했습니다." 또한 어떻게 컨트롤러를 다룰 지에 대해서도 심각하게 고민을 하였습니다.

안드레아스 빌레레르는 TNC 620 터치스크린의 간단한 조작 기능을 특히 좋아합니다.





다른 유형의 밀링 작업:  
TNC 620은 레졸버 와인딩 머  
신의 복잡한 5축 이상을 매우  
뛰어나게 수행합니다.



작업 영역 보기:  
아주 미세한 구리 와이어는 스테이터  
와인딩 코어에 정확하게 감깁니다.

“와인딩 자체는 5축 가공과  
다름없습니다. 하지만 소재는 공구로  
제거되지 않으며, 대신 구리선이  
스테이터 와인딩 코어 상의 바늘로  
감깁니다.”

안드레아스 빌레레르, LTN Servotechnik의 제조 장비 설계자



TNC 620 컨트롤러로 업그레이드된 레졸버 와인딩 머신은 헤드 끝에 위치하며 왼쪽의 6개 시스템 중 3개는 2019년 말까지 업그레이드가 완료 될 예정입니다.

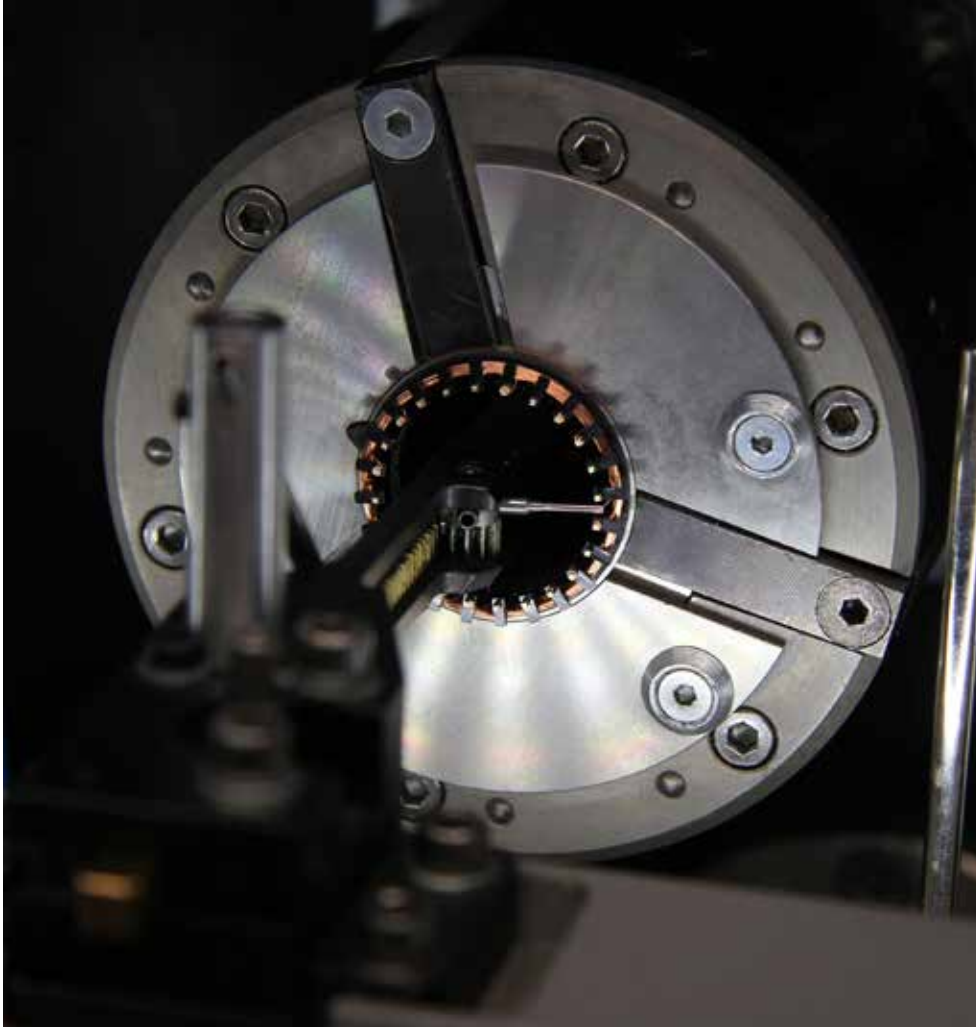
## 요구사항에 방법이 보인다

레졸버 와인딩 장비를 위한 컨트롤러는 없습니다. 반면, 용도에 맞게 적용할 수 있으며 모든 자동화 솔루션에 적용 가능한 많은 컨트롤러가 있습니다. 올바른 컨트롤러 선정을 위해 안드레아스 빌레레르는 먼저 요구사항 프로필을 작성했습니다. "사양에는 코일과 와이어 피드의 동적 제어를 위한 5축 키네메틱 뿐만 아니라 가공 미리 보기를 위한 3-D 그래픽 시뮬레이션도 포함되어야 합니다." 안드레아스 빌레레르는 LTN사에서 이미 밀링 장비도 관리하므로 장비 구상을 하기 시작했습니다. 이러한 주요 기능은 밀링 장비에서 사용되는 하이덴하인 TNC 컨트롤러의 두 가지 특성이었습니다. 하지만 레졸버 와인딩 장비에 밀링 컨트롤은 어떨까요?

이를 확인하기 위해 안드레아스 빌레레르는 장비 생산 부서의 하이덴하인 컨트롤러 사용자와 의논했습니다. "저는 동료가 말하는 컨트롤에 필요한 동작 순서의 프로그래밍에 관한 내용을 알고 싶었습니다." 그는 그의 동료들은 이미 그러한 생각을 하고 있다는 것을 확인하고 조금 놀랐습니다. "와인딩은 사실 5축 가공과 다르지 않습니다. 하지만 소재는 공구로 제거되지 않으며, 대신 구리선이 스테이터 와인딩 코어 상의 바늘로 감깁니다".

LTN사의 레트로피 담당자는 하이덴하인의 NC 프로그래밍 헬프라인 지원을 통해 이득을 봤습니다. 그들은 장비의 특성에 맞게 컨트롤러의 키네마틱 개조를 수행했습니다. "A 및 C 로타리 축은 키네마틱에 포함되지만 동작 제어에 대해서는 C축만 고려해야 합니다" 라고 안드레아스 빌레레르가 설명했습니다. "C축만이 보정 이송을 담당하고 A축은 단순히 회전하므로 이는 저희가 원하는 동작 제어입니다."

밀링 컨트롤러를 장착하게 된 다른 이유가 있었습니까? "결정적인 요인은 생산에 있어 TNC 경험이 많은 동료에 의해 결정되었습니다. 와인딩을 생산하기 위한 Klartext 프로그램은 컨트롤러에서 직접 프로그래밍할 수 있고 우리는 회사에서 이러한 프로그램을 작성하는 전문지식을 이미 갖추고 있습니다" 라고 안드레아스 빌레레르가 독특한 컨트롤러 선정 과정에 대해 말했습니다.



스테이터 와인딩 코어의 후면에 도달하기 위해 와이어 가이드 바늘이 가로로 끼여서 구리선을 코일 뒤로 유도합니다.



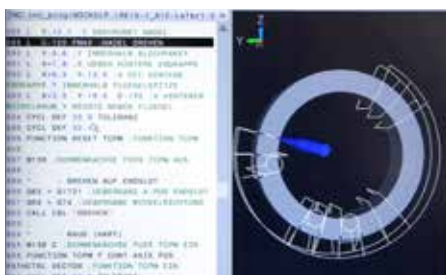
전 후: 아래는 완성된 스테이터 와인딩 코어이며 위는 비어 있는 것입니다.

## 간단한 프로그래밍과 더 많은 이점

그 결과로 협력해서 개발한 Klartext 프로그램은 이제 프로그래밍을 수정할 필요 없이 여러 개의 핵심 파라미터의 입력을 통해 다양한 와인딩 작업을 할 수 있습니다. Klartext 프로그램을 수정할 필요가 없기 때문에 레졸버 작업자는 TNC 620을 직접 조작하여 작업을 수행합니다.

첫 번째 레트로피한 장비는 2018년 5월 중순 이후 레졸버 생산을 시작하였습니다. 장비 한 대 당 레트로피 기간은 4주만 필요했으며 컨셉 디자인과 계획을 수립하는데 거의 6개월이 걸렸습니다. 기대 이상의 결과가 나온 겁니다.

- 고효율 모터 덕분에 장비는 보다 역동적인 가공이 가능해 졌습니다. 레졸버 생산을 시간은 종전보다 약 30% 감소했습니다.
- TNC 620의 균일한 모션 제어는 더 높은 속도와 일정한 와이어 장력을 유지하여 일정한 속도를 유지할 수 있습니다. 이에 따라 와이어 끊김으로 인한 폐기물도 감소합니다. 처음에 고려했던 비싼 장력 제어 시스템도 더 이상 필요 없습니다.
- 앵슬루트 엔코더가 부착된 서보 모터를 사용해서 와인딩 작업을 언제든지 중지 후 계속할 수 있습니다.
- 레졸버 생산 직원은 빠르게 핸드휠에 적용했습니다. 그래서 와이어 가이드를 코일 앞까지 정교하게 위치를 지정할 수 있기에 설정 작업이 매우 편리합니다.



# 구동력

정확도와 표면 품질은 우수한 생산 공정의 목표입니다. 축 모터는 결정적인 영향을 미칩니다.



생산 품질 면에서 선두를 차지하기 위해 가공 회사들은 기계 공구, 특수 기능과 옵션을 포함한 컨트롤러, 측정 기술, 공구 및 직원의 기술에 많은 시간과 비용을 투자합니다. 아쉽게도 축 모터는 여전히 주목을 받지 못하는데, 이는 저희가 보여 주고자 하는 바와 다릅니다.

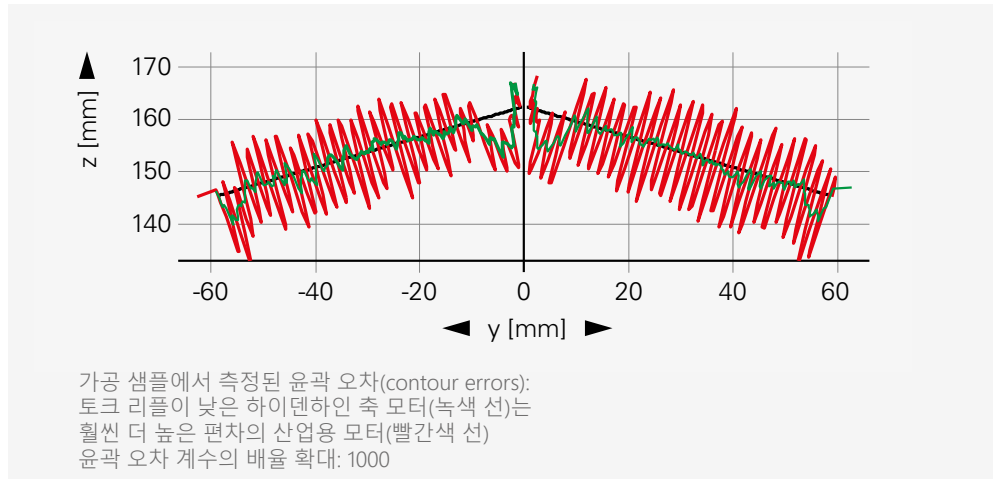
가공에서 탁월한 결과를 얻으려면 공작 기계의 모든 구성품의 완벽하게 상호 작용해야 합니다. 여기에는 축 모터도 포함됩니다. 특히 공작 기계를 위해 설계된 축 모터는 일정한 강도와 우수한 가속 성능뿐만 아니라 낮은 토크 리플을 특징으로 합니다. 아주 정확한 광학식 엔코더와 높은 기계적 강성도 공작 기계에서 매우 큰 장점입니다.

반면에 자동화 시스템을 위해 설계된 축 모터는 전체 시스템의 가속 성능을 최우선을 두고 설계되는 경향이 있습니다. 이러한 모터에는 토크 리플이 매우 높습니다. 이러한 축 모터를 공작 기계에 사용할 경우 표면 품질이 눈에 띄게 저하됩니다.

## 외란에 강한 축 모터

큰 토크의 엔진을 장착한 가벼운 트레일러는 동일한 토크의 엔진을 장착한 무거운 트레일러보다 돌풍이나 도로 손상에 노출되었을 때 트레일러가 떨거나 영향을 받기 쉽습니다. 이는 더 가벼운 트레일러가 무거운 트레일러보다 이러한 영향에 훨씬 더 취약한 것이 명백합니다. 다시 말해서, 공작 기계의 경우 기계 전체 외란 영향(가공 채터나 테이블 진동)을 최소화하기 위해서는 가능한 큰 모터가 가능한 가벼운 테이블을 이동시켜야 합니다.

모터의 관성과 부하 사이에 큰 차이가 있지만 루프 게인을 낮추는 것도 필요합니다. 이러한 루프 게인 감소로 인해 전체 시스템의 강성을 낮추고 외부 부하 측면에 강하게 반응할 수 있습니다. 또한 최대 관성 모멘트를 특징으로 하는 모터 설계는 최고 가속 성능과 모순될 수 있습니다. 모터 자체에 대한 관성이 클수록 전체 시스템(모터에서 부하까지의 구성)을 가속시키기 위해서는 더 많은 토크가 필요합니다. 그러나 이것은 더 많은 자성 재료가 필요로 하고 최대 토크가 높을수록 모터가 더 비싸기 때문에 비용적인 측면에서 좋지 않습니다.





공작 기계용으로 특별히 설계된 모터:  
하이덴하인의 QSY 축 모터 시리즈



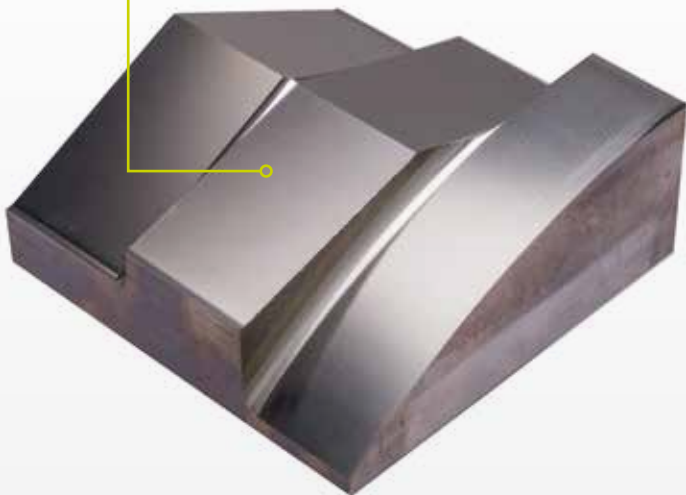
## 모터 속도 안정성

외부 영향으로 인한 수 많은 외란 외에도 모터 자체가 공작물의 가공과 표면 품질에 영향을 미치는 요인이 되기도 합니다. 이 경우 가장 중요한 것은 모터의 토크 리플(torque ripple), 즉 모터 1회전에 대해 발생하는 모터 토크의 편차입니다.

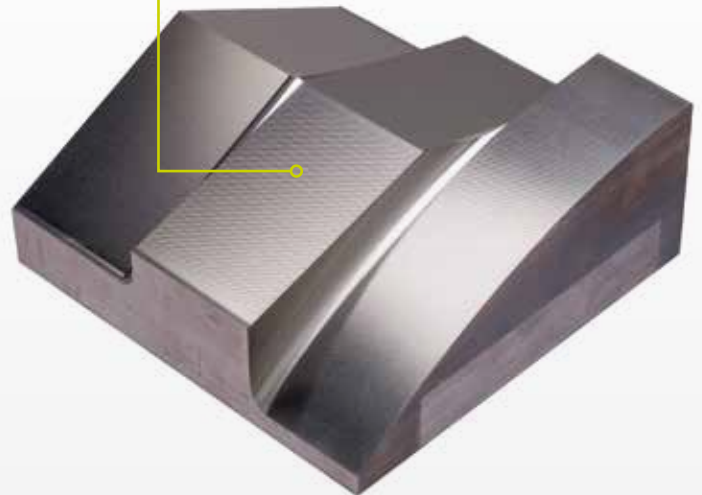
테스트를 통해 토크 리플의 영향이 검증되었으며, 측정 데이터뿐만 아니라 공작물 표면에 육안으로 확인 가능한 영향을 통해서도 확인되었습니다. 공작 기계에 최적화된 축 모터는 음영이 보이지 않고 균일한 각진 표면을 만들어 냅니다. 반면에 자동화 시스템의 공작 기계로 개발된 축 모터는 토크 리플의 영향으로 경사진 표면에 음영 형태로 명확하게 표시되었습니다.




공작 기계를 위해 특별히 설계된 하이덴하인의 축 모터는 육안으로 확인되지 않고 음영이 없는 균일한 각도의 표면을 제공합니다.



경사면에서 명확히 음영을 볼 수 있는 공작물, 자동화 시스템의 모터로 가공하였으며 공작 기계에 적합하지 않습니다.





정확한 가공

## 정확도를 높이는 전통적인 방법

하이덴하인 리니어 엔코더를 이용한 일본 신칸센 고속철도와 클로즈 루프 위치 측정이 가진 공통점은 무엇일까요? 둘 다 전통적으로 정확하다는 점이죠!

빠른 가공에서의 공작 기계의 정확도는 2018년 도쿄에서 열린 JIMTOF 무역박람회에서 주요 주제 중 하나입니다. 하이덴하인은 밀링으로 가공된 2개의 신칸센 기차 모델을 샘플로 리니어 엔코더의 정확한 위치 제어의 중요성을 시연할 예정입니다. 결국, 일본 고속철도는 전 세계적으로 시간 엄수(이 경우 정확도와 고속 특성을 의미)의 특성을 나타냅니다.

신칸센 기차 모델 중 하나는 완벽한 표면을 보여주지만 다른 하나는 확실하고 눈에 보이는 돌출선이 보입니다. 이러한 원인은 생산 공정에서 축 위치를 측정하는 방법으로 인한 것입니다. 위의 샘플로 리니어 엔코더는 클로즈 루프 시스템에서 직선 축의 실제 가공 위치를 정확히 측정했습니다. 반면에 굴곡이 심한 모델은 서보 모터의 로타리 엔코더를 통해 위치를 측정하는 시스템에서 만들어졌습니다.

이러한 세미 클로즈 루프 제어 시스템을 사용한 공작 기계는 위치 제어 시 근본적인 오류의 원인을 발생시키며 열에 의한 위치 편차는 가공에 매우 큰 영향을 줍니다. 볼 스크류를 관찰해 보면 회전 및 미끄럼 마찰로 인해 스크류 내부의 볼 베어링 온도가 균일하지 않게 증가하고 이송 속도 기준으로 50°C를 초과하는 것으로 나타났습니다.

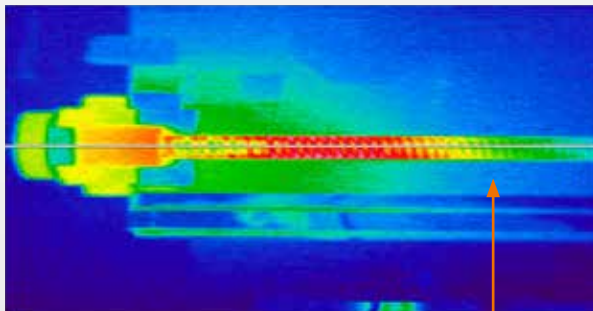
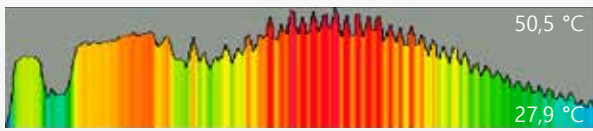
공작 기계 구성 요소가 온도에 따라 팽창 또는 수축하기 때문에 적절한 온도 보정 없이 신칸센 기차 모델에서 확연히 알 수 있듯이 그 편차는 심각한 수준입니다. 리니어 엔코더가 없으면 축 방향으로 발생하는 열로 인한 오차 변화가 결국 최종 공작물에 편차를 일으킵니다.

물론 클로즈 루프 시스템에서 사용되는 고정밀 리니어 엔코더의 사용은 발열 자체에 영향을 미치지 않으므로 축 방향 오차에 영향을 미치지 않습니다. 리니어 엔코더는 열 팽창으로 왜곡된 요소를 기반으로 축의 위치를 측정하지 않습니다. 대신 실제 축 위치를 측정하므로 축 피드백 제어와 결합하여 열이 발생하는 볼 스크류의 축 방향의 오차가 보상됩니다.

이 방법은 기계식 기어를 가진 회전축에도 적용됩니다. 여기서도 기계 구동 축에 앵글 엔코더(클로즈 루프)를 사용하여 기어 감속비와 로타리 엔코더를 통한 모터의 위치 측정(세미 클로즈 루프)을 열적 영향을 받지 않고 더 정확한 위치 측정을 할 수 있습니다. 또한 이러한 클로즈 루프 제어는 로타리 축에서 훨씬 높은 수준의 정확도와 반복성을 제공합니다.



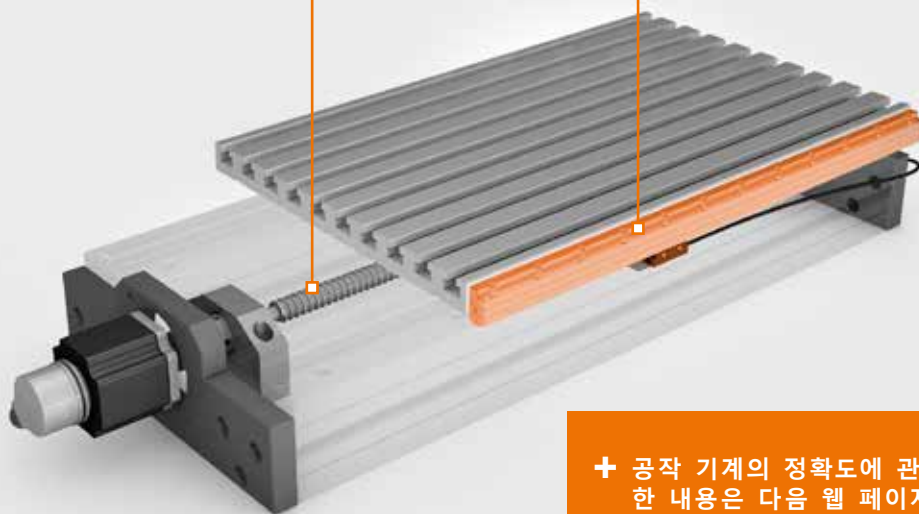
결정적 차이가 있는 두 개의 신칸센 모델: 클로즈 루프 제어 시스템의 가공은 표면이 완벽하지만 세미 클로즈 루프 제어에서는 기차 모델 앞 부분에 돌출부가 형성되었습니다.



엄청난 편차: 볼 스크류는 동작 중에 매우 고르지 않게 열이 발생합니다.



열 편차 보상: 클로즈 루프 시스템의 공작 기계용 고정도 리니어 엔코더



+ 공작 기계의 정확도에 관한 자세한 내용은 다음 웹 페이지 참조: [accuracy.heidenhain.de](http://accuracy.heidenhain.de)





## TNC 620

### 컴팩트 밀링머신을 위한 최적의 맞춤형 컨트롤러

TNC 620은 단순한 것부터 매우 복잡한 것 까지 모든 형태의 부품을 효율적으로 생산하기 위한 광범위한 어플리케이션을 제공합니다. 현장에서 이미 검증된 효율적인 사이클과 옵션에 새롭고 혁신적인 운영체계가 더해져, 당신의 사업 성공을 지원해 드릴 것 입니다. 터치스크린이 적용된 신형 TNC620은 사용자의 다양한 요구에 따라 여러가지 동작에 반응하여 상황에 맞는 정확한 기능을 제공해 드립니다. 이로 인해 아주 편리한 조작뿐만 아니라, 공간의 효율성도 극대화 됩니다. 사용이 편리하고 안정적이며 모양까지 우아한 신형 터치스크린 TNC620은 컴팩트 밀링 머신에 최적화 된 맞춤형 컨트롤러 입니다.