技術資料

다중 출력 동력공급 장치의 정밀주조 용해시 생산성 향상

김 태 희†

Multiple-Output Power Supplies Increase the Production of Investment Casting Melting Systems

Tae-Hee Kim†

1. 개 요

동시에 2대 또는 그 이상의 로체에 동력을 공급 할 수 있는 다중 출력 동력공급장치는 지난 10여년간 광범위하게 완전출탕(Batch melting) 조업 방식으로 사용되었으며 주로 생형주철용해 조업에 적용되었다. 일반적으로 이러한 융통성 있는 동력공급장치는 작업자가 1번 로체에 용해를 하면서 간섭없이 2번 로체에 합금, 샘플채취 및 출탕을 하는 동안 온도를 유지 할 수 있도록 보온 동력을 공급한다

최근에는 많은 정밀주조 작업장에서 다중 출력 동력공급장치로 유도로 이용율을 극대화 할 수 있음을 알게 되었다. 이 장치로 생산성을 향상을 시키는 다음과 같은 여러 가지 방법들이 있다

- 2번 로체가 정밀 보온 출탕 하는 동안 1번 로체 용해
- 2번 로체 용해시간 감소를 위해 예열을 하는 동안 1번 로체 용해
- 1번 로체가 용해 되는 동안 2번 로체 열처리
- 2대의 로체에서 동시 용해
- 1번 로체가 용해 하는 동안 2번 로체 연속주조
- COUNTER-GRAVITY CASTING의 용해와 보온

2. 다중 출력 기술의 유래

1990년 초까지의 단일 출력 동력공급 장치는 기계적인 또는 전기적인 절환 스위치를 통해서만 두 대의 로체 운전이 가능하였다. 이러한 동력 공급장치는 출력이 하나인 관계로 로체를 스위치로 번갈아 전환하면서 가동 할 수는 있지만 동시 출력 가동은 불가하다. "Butterfly batch melting"이라고 불리는 전통적인 두 대의 로체를 이용한 완전 출탕 방식은 출탕 시 재가열 할 때 마다 다른 로체 용해와 간섭을 받으므로 생산성이 저하된다.

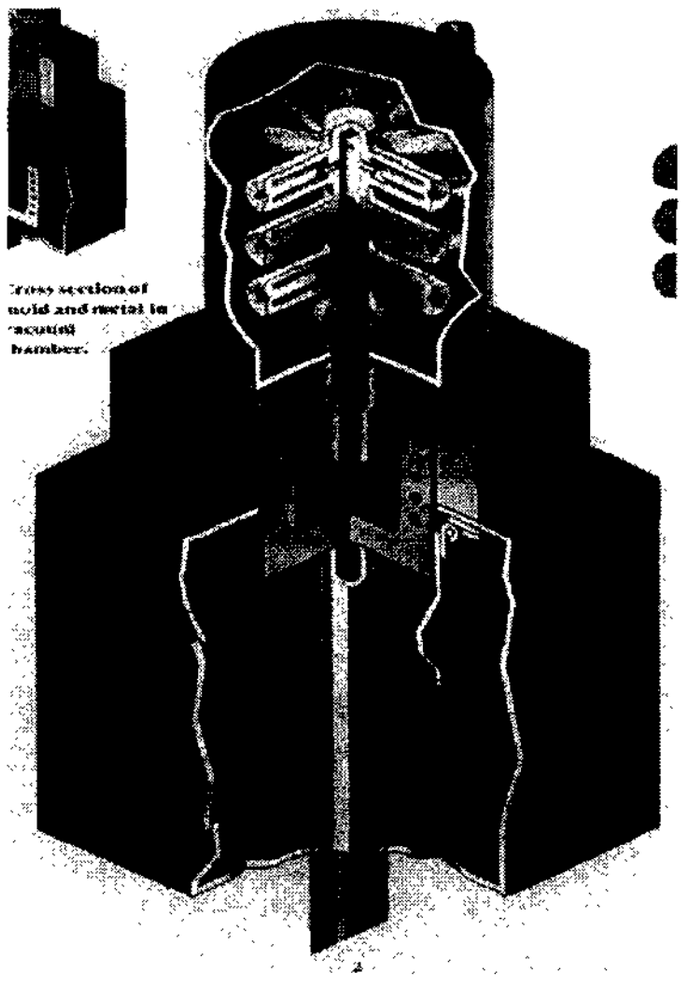

그림. 로체 위로 정밀주형을 설치하고 진공 상태에서 위로 빨아 당겨 주입하는 COUNTER GRAVITY CASTING

한국인덕타썸㈜(Inductotherm Korea, Ltd.)
†E-mail : inductokorea@inductokorea.co.kr

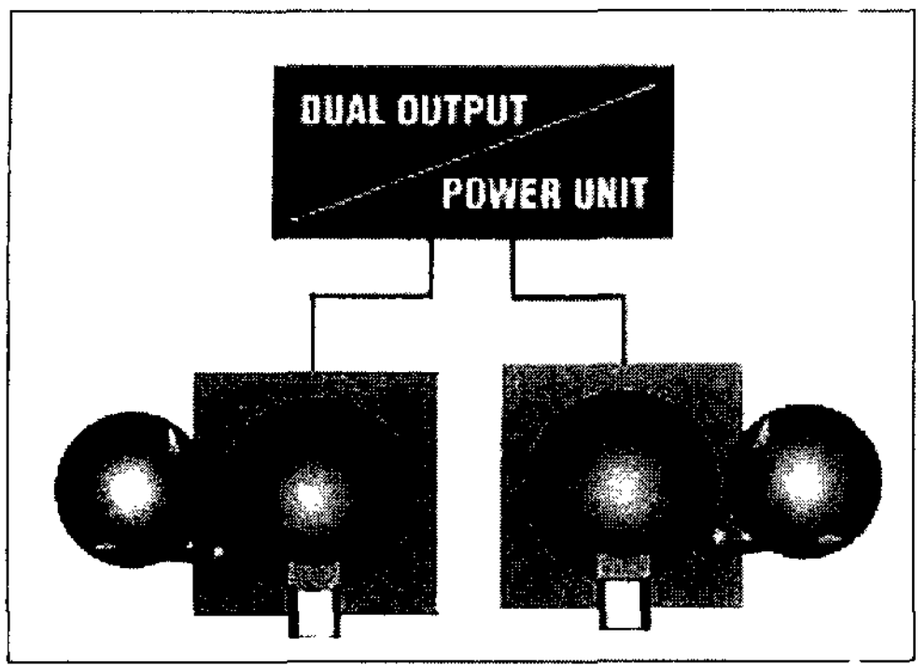

그림 1.

1991년에 2중 출력 동력공급장치가 개발되었다.

그림 1과 같이 두 대의 로체에 동시에 연속해서 동력을 공급 할 수 있는 이것은 출탕 시간이 많이 소요되는 공정 일지라도 적당한 온도 유지를 하면서 출탕하는 로체와는 전혀 간섭 없이 다른 로체에 동력을 투입하여 용해를 할 수 있다. 이 장치는 한쪽 로체에서 조업을 하는 동안에도 다른 한 로체에서 새 라이닝의 소결 작업이 가능하다

표준 단일 출력 동력공급장치는 AC를 DC로 변환시키는 정류부와 DC를 AC로 변환 시키는 인바타부가 각각 1세트씩 구성 되어 있지만, 2중 출력 동력공급장치 는(그림 2) AC를 DC로 변환시키는 정류부 1세트와 DC를 AC로 변환 시키는 인바타가 2세트로 구성되어 있다. 각 각의 로체는 별도의 동력 제어반이 준비 되어 있고, 이 기술은 시스템의 TOTAL 정격 KW 범위 내에서 융통성 있게 동력을 각 각의 로체에 공급할 수 있으며 이것들은 서로 연결되어 제어된다.

예를 들면 300 KW 2중 출력 동력공급장치는

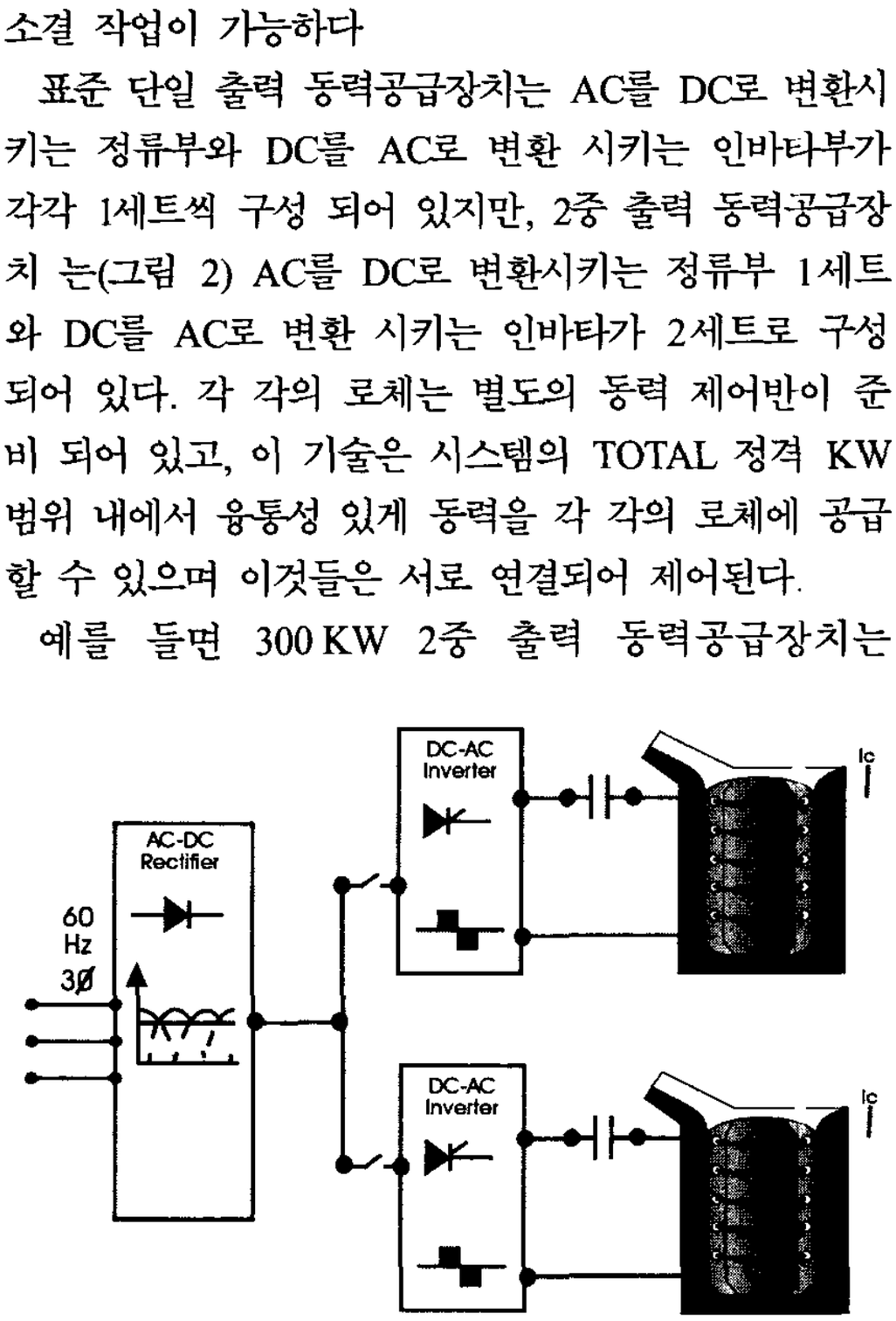

그림 2. 이중 출력 동력공급장치 회로도

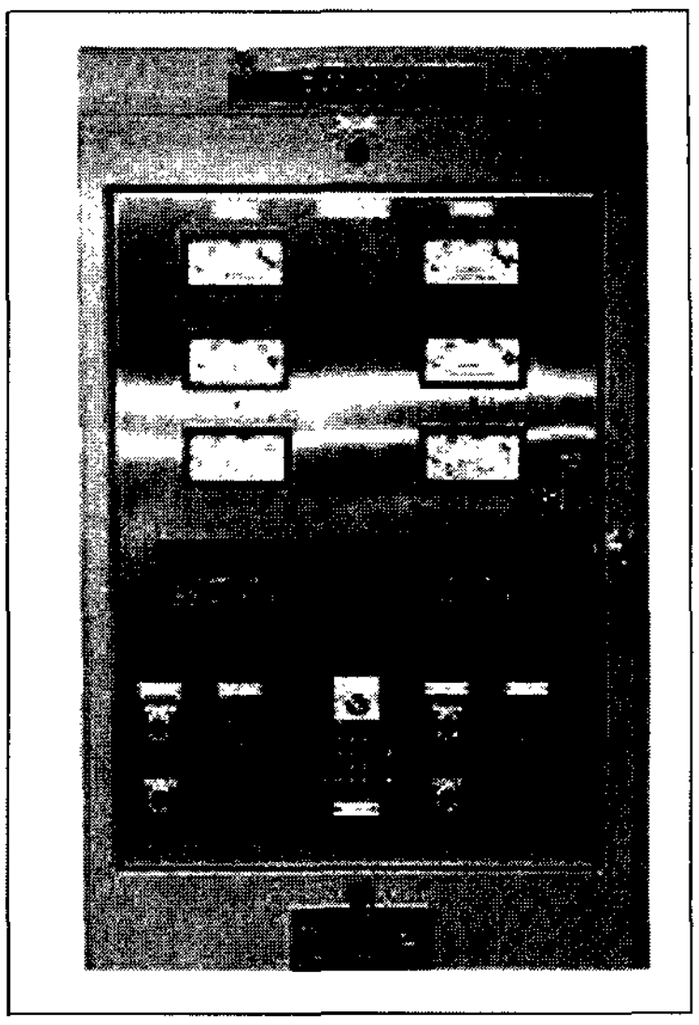

그림 3. 2중 출력 동력공급장치의 제어반은 각각의 로체에 별도로 준비 되어 있지만 서로 연결 되어 제어된다.

250 KW의 동력을 1번 로체에서 용해에 사용하고 있는 동안 50 KW의 동력을 2번 로체에서 출탕을 위해 보온 동력으로 사용한다

또는 200 KW의 동력을 용해용으로 사용하는 동안 100 KW의 동력은 소결 용으로 사용하기도 하고, 300 KW 전량을 용해용으로 사용하고 나머지 로체에는 동력을 공급하지 않기도 한다. 왜냐하면 각각의 제어반은 서로 연결되어 총투입 동력이 정해진 범위를 넘지 않도록 자동 제어 되기 때문이다. 일례로 두 로체에 동시에 전체 동력을 투입하면 제어 회로에 의해 각각의 로체에 50%의 동력만 투입된다.

완전 출탕 조업시에 2중 출력 동력공급장치의 성공적인 동력투입 방식으로 장비의 이용효율이 거의 100%에 가깝고, 동일한 단일 출력 동력 공급장치와 비교 하여 20% 또는 그 이상의 생산성 향상을 얻었다. 더 나아가서 한 대의 2중 출력 동력공급장치를 설치하는 것이 두 대의 단일 출력 동력 공급장치를 설치하는 것 보다 설치 공간이 절약 되게 하였다

이 기술은 더 발전되어 3중 출력 또는 그 이상의 출력을 공급하는 설비를 도입하여 동등한 수의 로체를 가동 할 수 있게 했다 (그림 4)

이중 출력 동력공급장치의 기술을 기초로 한 다중 출력 동력공급장치는 높은 생산성과 조업의 융통성을

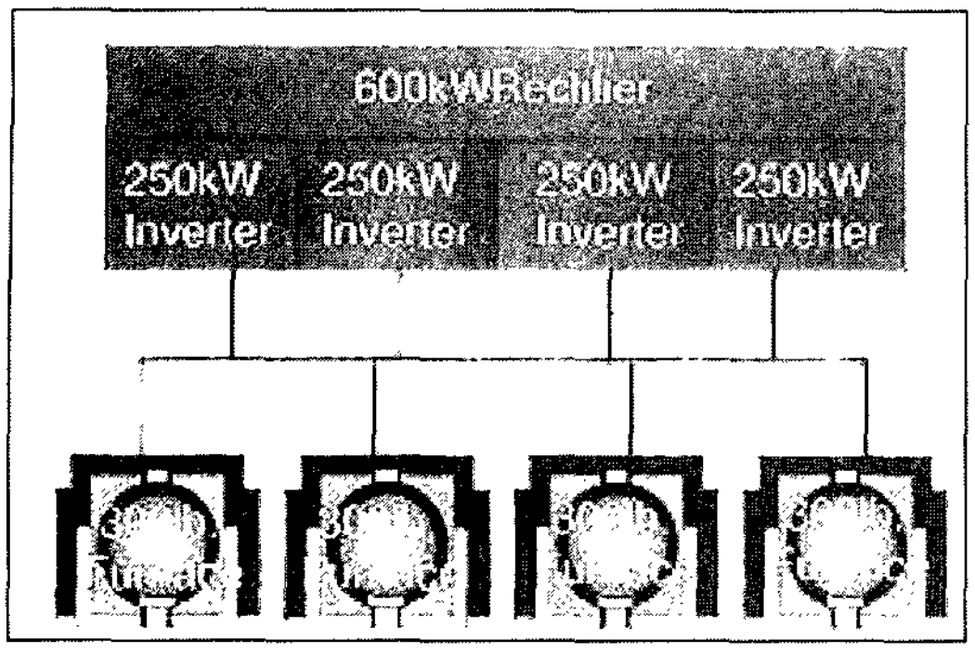

그림 4. 다중 출력 동력공급장치 와 4대의 용해로

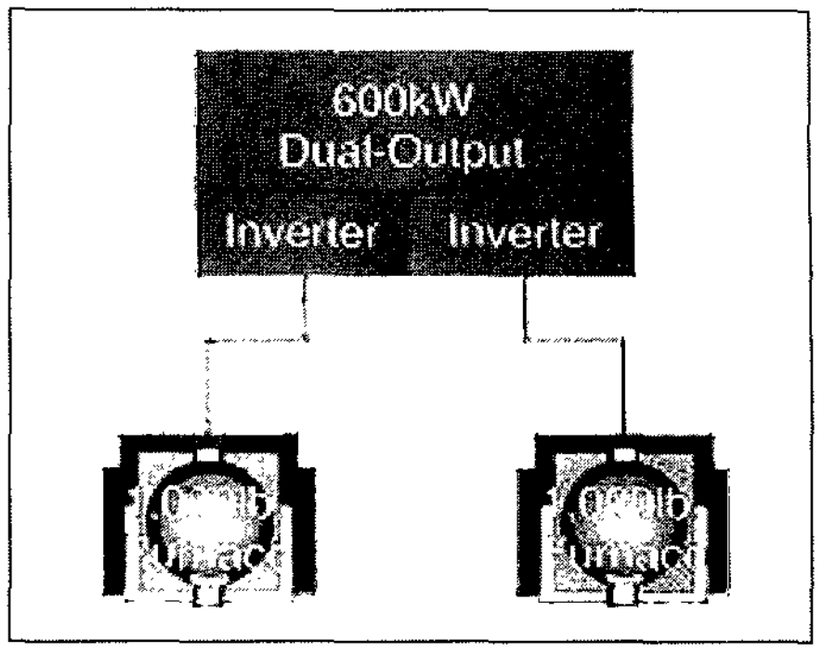

그림 5.

보장해준다

생형 주철 용해 조업에서 이중 출력 동력공급장치를 사용하여 높은 성공을 이룬 것이 증명되어 한 메이커는 500여기 이상을 전세계에 공급 하였으며, 이 설비들은 정밀주조 작업자들 사이에서도 인식되어 그들의 용해 및 보온 작업 효율을 높일 수 있는 다양한 방법들을 개발하였다

3. 정밀주조를 위한 다중 출력 공급장치 기술

LOST-WAX 정밀주조는 오래된 주조 기술 방법이지만 이 공정에 참여하는 종사자들은 오늘날 가장 진보된 용해 및 조형 기술을 사용 한다. 수냉식 동 도가니를 이용한 용해법(SKULL MELTING)에서 부터 COUNTER GRAVITY CASTING 까지 원가절감에 정밀주조를 적용한다. 그러므로 많은 정밀주조 작업자들이 다중 출력 동력공급장치를 사용하여 그들의 용해 및 주조에 적합한 매우 혁신적이고 올바른 방법을 찾아내는 것은 놀랄만한 일이 아니다

4. 용해 및 온도 유지를 위한 동력

펜실바니아의 마이어스톤에 소재한 TECCAST 는 다양한 스테인레스강의 정밀주조 공장이다.

600 KW, 1000 HZ 이중 출력 동력공급장치를 사용하여 생형 주철 주조의 경우 처럼 사용하고 있다.

이 이중 출력 동력공급장치는 2대의 1,000 파운드 (그림 5) 로체에 연결되어 1번로가 용해를 하는 동안 2번로는 출탕을 한다. 일반적으로 로체로부터 10개의 100 파운드 레들에 출탕된 용탕은 오븐에서 예열된 정밀주형에 주입 하고 있다. 이 공정은 각 몰드의 크기에 따라 시간이 결정된다. 2중 출력 동력공급장치는 출탕 로체에 연속적으로 동력을 주므로 1번로는 간섭 없이 용해를 계속 할 수 있다.

5. 용해 및 가열 동력

오레곤에 소재한 한 정밀주조공장은 175 KW, 3000 HZ 이중 출력 동력공급장치를 사용하여 용해하여 H-11 공구강을 주입하고 있다. 이 설비는 125 KW 단일 출력 동력공급장치를 개체 한 것이다. 이 공장의 성공적인 생산성 향상은 기존의 50 파운드 용량의 소형 로체에 125 KW 의 동력을 용해용으로 계속해서 투입하고, 나머지 50 KW의 동력은 그림 6과 같이 잉고트의 예열에 사용했다. 예열된 잉고트에 의해서 이 공장은 용해주기를 상당히 단축하여 전체적인 생산성

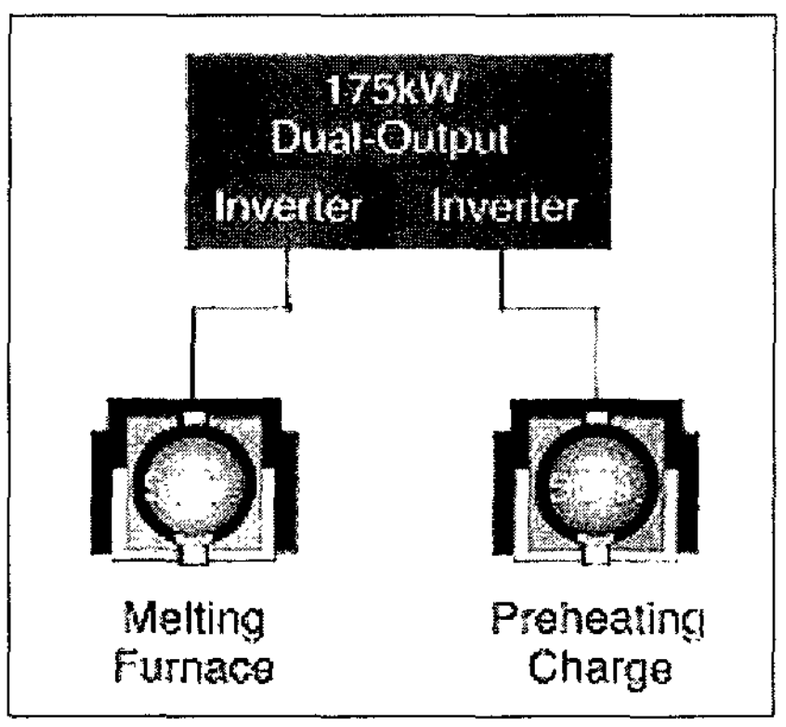

그림 6. 잉고트 예열로 신속한 용해

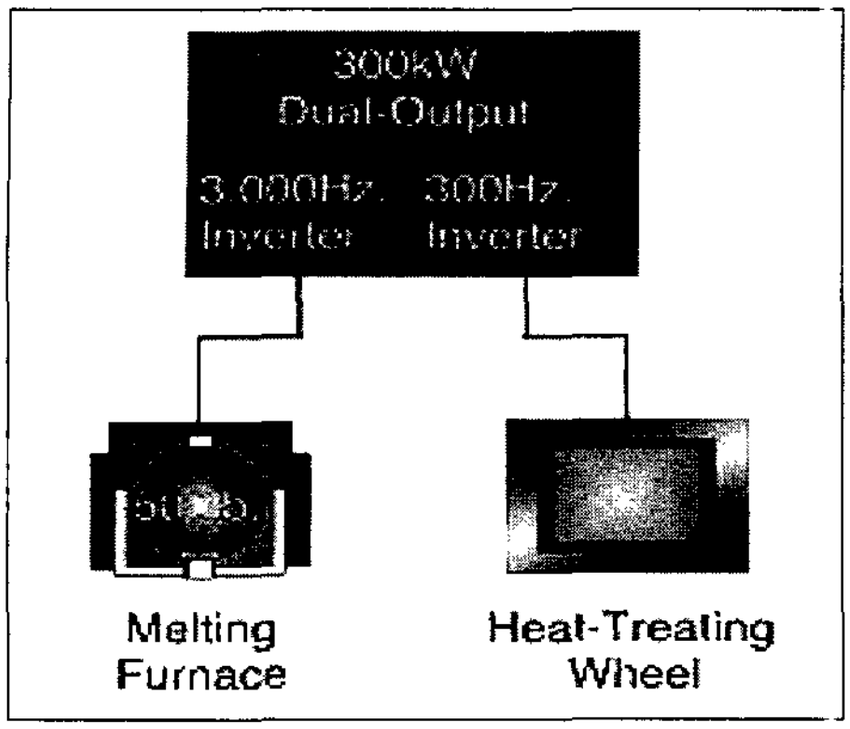

그림 7. 2중 주파수 출력 동력공급장치

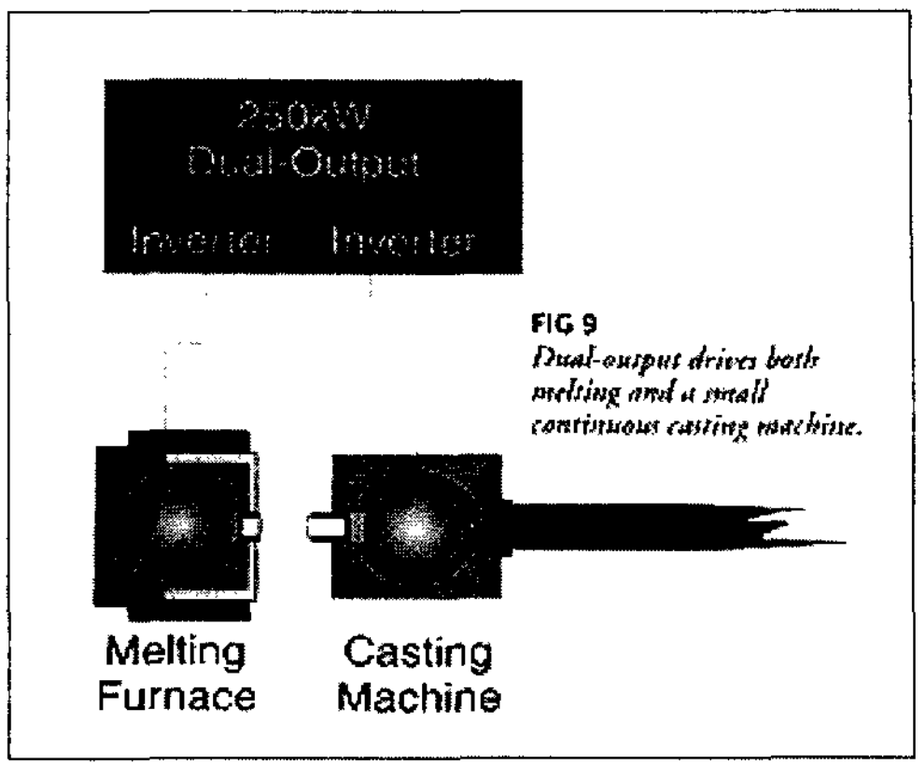

FIG 9
Dual-output drives both melting and a small continuous casting machine.

그림 9. 용해 및 소형 연속 주조

향상을 얻었다.

미국 중서부에 소재한 한 정밀주조 공장에서는 350 KW 이중 출력 동력공급장치로 한쪽은 3,000 HZ 인버터와 다른 한쪽은 300 HZ 인버터를 출력하여 합금 휠을 만드는데 사용한다. 이 특이한 설비는 500 파운드 로체에서 3,000 HZ 인버터로 용해작업을 하는 동안 300 HZ 인버터(그림 7)에서는 휠 열처리작업을 한다. 비록 독자적인 공정의 특별한 제조법이지만, 이것은 이중 출력 동력공급장치를 사용하여 용해는 물론 열처리까지 동시에 적용한 좋은 본보기다.

6. 2대 로체 동시 용해

뉴저지에 있는 OSTEONICS 사에서는 정밀주조로 의료용 이식 기구를 생산한다. 125 KW 이중 출력 동력공급장치에 2대의 20 파운드 용량의 회전식 로체를 연결하여 각각 62.5 KW의 동력을 투입하여 그림 8과 같이 동시 용해를 한다. 이러한 적용은 단일 출력 동력공급장치를 별도로 2대를 운영하는 경우와 비교할 때 중요한 몇 가지 장점을 얻을 수 있다.

첫째, 변압기, 냉각시스템 등 관련 부대설비는 오직 한 세트만 있으면 된다

둘째, 두 개의 단일 출력 동력공급장치를 설치하는 것 보다 설치 공간이 절약된다

셋째, 단독 제어에 의한 간단한 운전 방식이다

7. 용해 및 주조를 위한 동력

특수 합금을 하는 캘리포니아의 한 제조업자는 250 KW 3,000 HZ 이중 출력 동력공급장치로 합금 용해를 하면서 또한 소형 연속주조기의 용탕 보온을 위해 동력을 공급한다(그림 9). 이 적용은 이중 출력 동력공급장치의 다양함을 보여 주고 있다.

추후 증설을 위한 예비 동력 및 장치 BACK-UP

정밀주조로 황동과 비철을 생산하는 서부의 한 공장은 장래를 바라보고, 250 KW 이중 출력 동력공급장치를 선정하여 추후 증설을 할 수 있는 준비를 경제적으로 하였다. 당장의 투자비는 단일 출력 동력공급장치에 비해 다소 크지만, 생산량 증가로 인해 동력공급장치를 1대 더 추가 할 시에는 상당히 절감 될 것이다. 이중 출력 동력공급장치를 구입 하였을 때의 중요한 또 하나의 장점은 증설 시 바로 대처 할 수 있다는 것이다.

2개의 인버터중 만약 고장 시 점검이나 수리를 위해 1개의 인버터반이 정지 되더라도 다른 1나의 인버터에서는 생산을 할 수 있다 (그림 10).

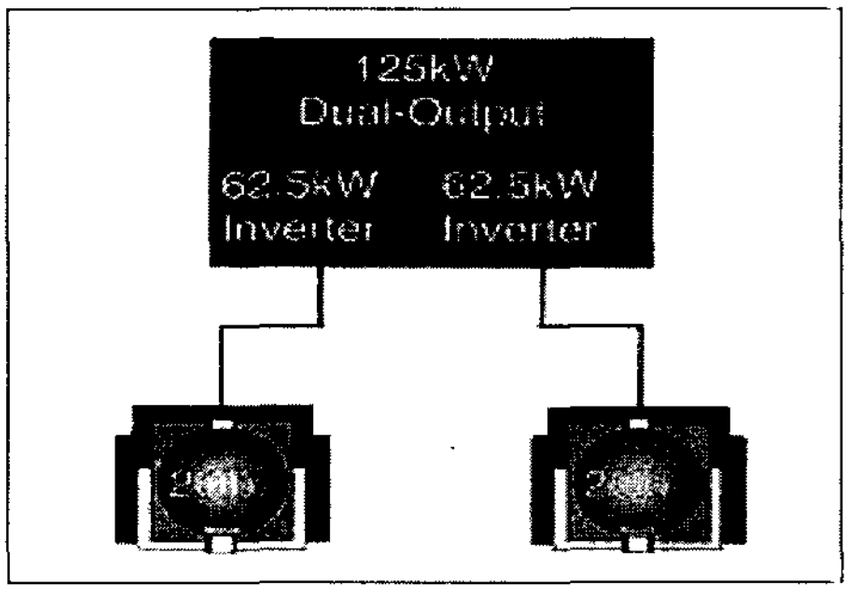

그림 8. 2대 용해로 동시 용해

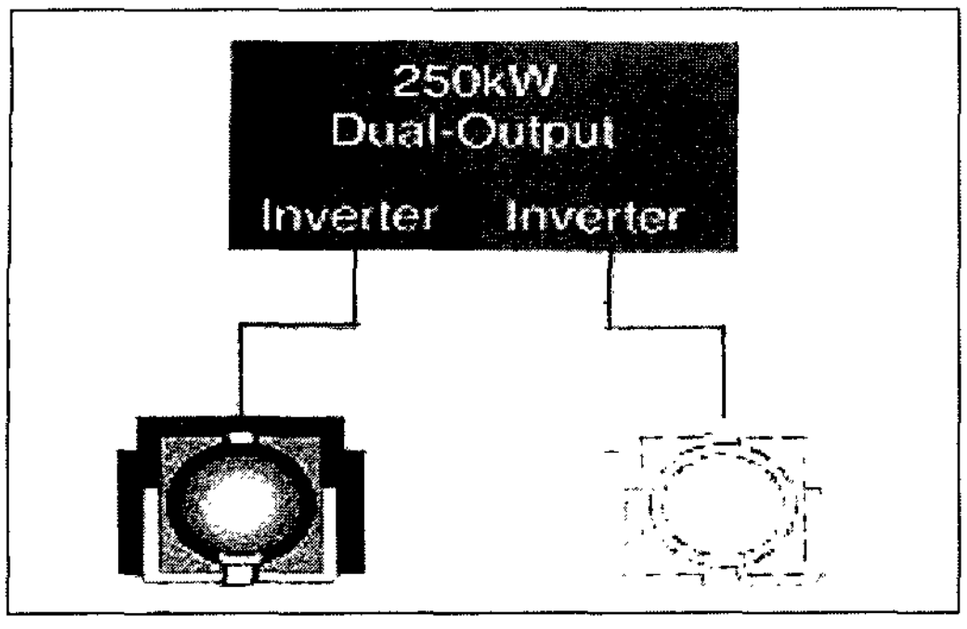

그림 10. 증설을 위한 이중 출력 동력공급장치

9. COUNTER GRAVITY CASTING 시 용해와 보온

뉴햄프셔의 밀포드에 위치한 HITCHINER 사는 정밀주조 산업의 광범위한 요구를 수용하고 있다.

HITCHINER 본사에서는 2대의 750 KW, 1,000 HZ 이중 출력 동력공급장치를 사용하고 있고, 멕시코 TIANGUISTENCO 지사 1대의 750 KW 이중 출력 동력공급장치를 사용하여 매우 특별한 용해와 보온 작업에 적용하고 있다. 각 동력공급장치는 2대의 1,500 파운드 로체에 연결되어 턴테이블위에 장착되어 있다. 한 대의 로체가 600 KW로 용해 되고 있는 동안 다른 한 대의 로체는 HITCHINER사의 CLA 주조의 한부분인 SUPPORTED SHELL COUNTER GRAVITY CASTING SYSTEM 주조 챔버 아래를 회전한다.

이 주조 챔버는 용탕이 담겨있는 로체로부터 직접 금속(일반적으로 스테인레스강)을 끌어 당겨 정밀주형 속으로 주입한다. 연속적으로 150 KW의 동력을 공급하여 로체내 용탕의 온도가 2900°F가 유지되도록 한다. 주입에 필요한 시간은 대략 22-23분 정도이나 쉘의 크기에 따라 좌우된다.

각각의 로체가 가열되는 동안 900 파운드-1,000 파운드의 용탕은 로체로부터 비워진다.

주입을 완전히 마치면 첫번째 용해로는 회전하여 주조위치로 가고 두번째 로체는 장입하여 용해로로 역할이 바뀐다. 뉴햄프셔에서는 용해와 용탕의 성분 분석에 대략 30분이 소요되며, 용해와 주입 주기가 균형을 이룬다.

용해와 주입에 간섭없이 재질 변경을 할 수 있도록 BACK-UP용으로 600 KW 단일 출력 동력공급장치에 3번 로체를 턴테이블 위에 장착하였다 (그림 11).

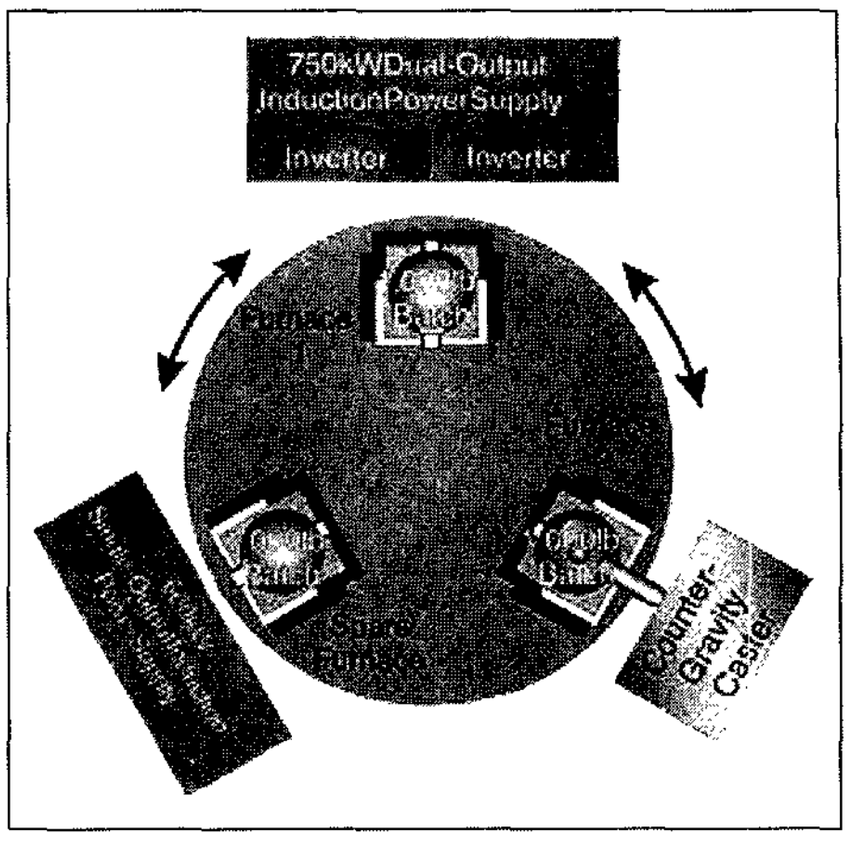

그림 11. HITCHINER 사의 3대의 로체는 턴테이블위에 장착되어 주조챔버의 아래를 회전하면서 주조챔버로 주입되며 2대의 로체는 750 KW 2중 출력 동력공급장치와 연결되어있고 3번째 로체는 600 KW 단일 출력 동력공급장치에 연결되어있다.

멕시코에 있는 HITCHINER 지사에서는 750 KW 이중 출력 동력공급장치와 600 KW 단일 출력 동력공급장치에 3대의 로체를 사용하여 일반적인 용해를 하는데 용탕 성분 분석에 오랜 시간이 걸린다. 한 로체에서 30분 주입이 되는 동안, 한 로체에서는 보온하면서 15분 성분 분석을 하고, 다른 한 로체에서는 30분에 걸쳐 용해를 한다.

지금은 이 조업은 3중 출력 동력공급장치의 이상적인 적용이 될 것 이다(그림 12). 이러한 설비들이 지금은 가능해졌다. 멕시코의 HITCHINER 용으로는 800 KW 정류부 1개, 500 KW 인바타 3개로 된 3중 출력 동력공급장치가 알맞을 것이다.

각 로체의 주기는 500 KW의 동력으로 30분 동안 용해하고, 150 KW의 동력으로 보온을 하면서 용탕의 성분 분석을 하고, 그리고 150 KW의 동력으로 보온을 하면서 30분 동안 출탕을 한다. 보온 동력은 온도를 유지 하는데 필요하다.

각 로체의 시작은 그림 13과 같이 서로 엇갈리도록 하여 연속적으로 주입이 되도록 준비하였다.

이 설비는 현재의 HITCHINER 설비와 같이 시간당 2,000 파운드를 생산 할 수 있으나 사용하는 동력은 적다(800 KW 3중 출력 동력 공급장치 VS. 2대 동력 공급장치 조합 1,350 KW).

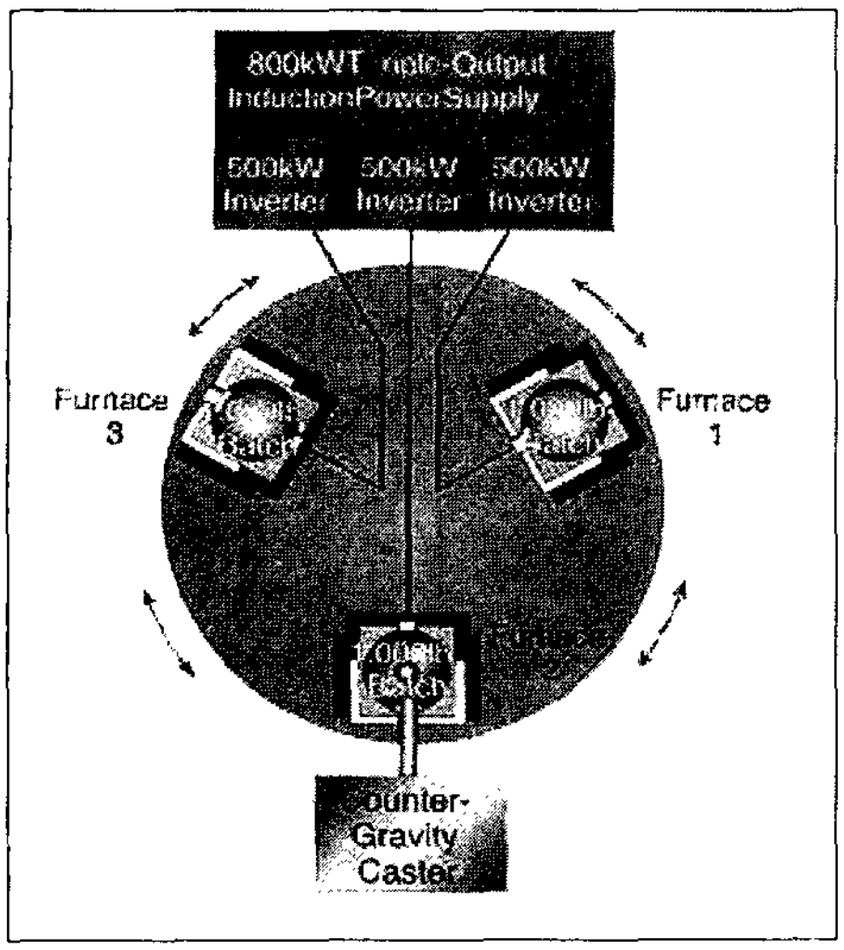

그림 12. 3중 출력 동력공급장치 배치.

10. 결　론

의심할 여지 없이 정밀주조 작업자들은 이중 출력 동력공급장치의 혁신적이고, 새로운 기술을 사용하여 생산성을 높이는 방법을 발견하였다.

더불어 최근에 3중 또는 다중 출력 동력공장치의 출현으로 정밀주조 작업자들은 이 혁신적인 설비들을 제공하여 정밀주조작업에 적용하여 그 설비들의 장점을 최대화 할 수 있는 방법을 추가하여 개발 할 것이다.

참 고 문 헌

[1] J. H. Mortimer : Multiple-output Power Supplies Increase the Production of Investment Casting Melting Systems

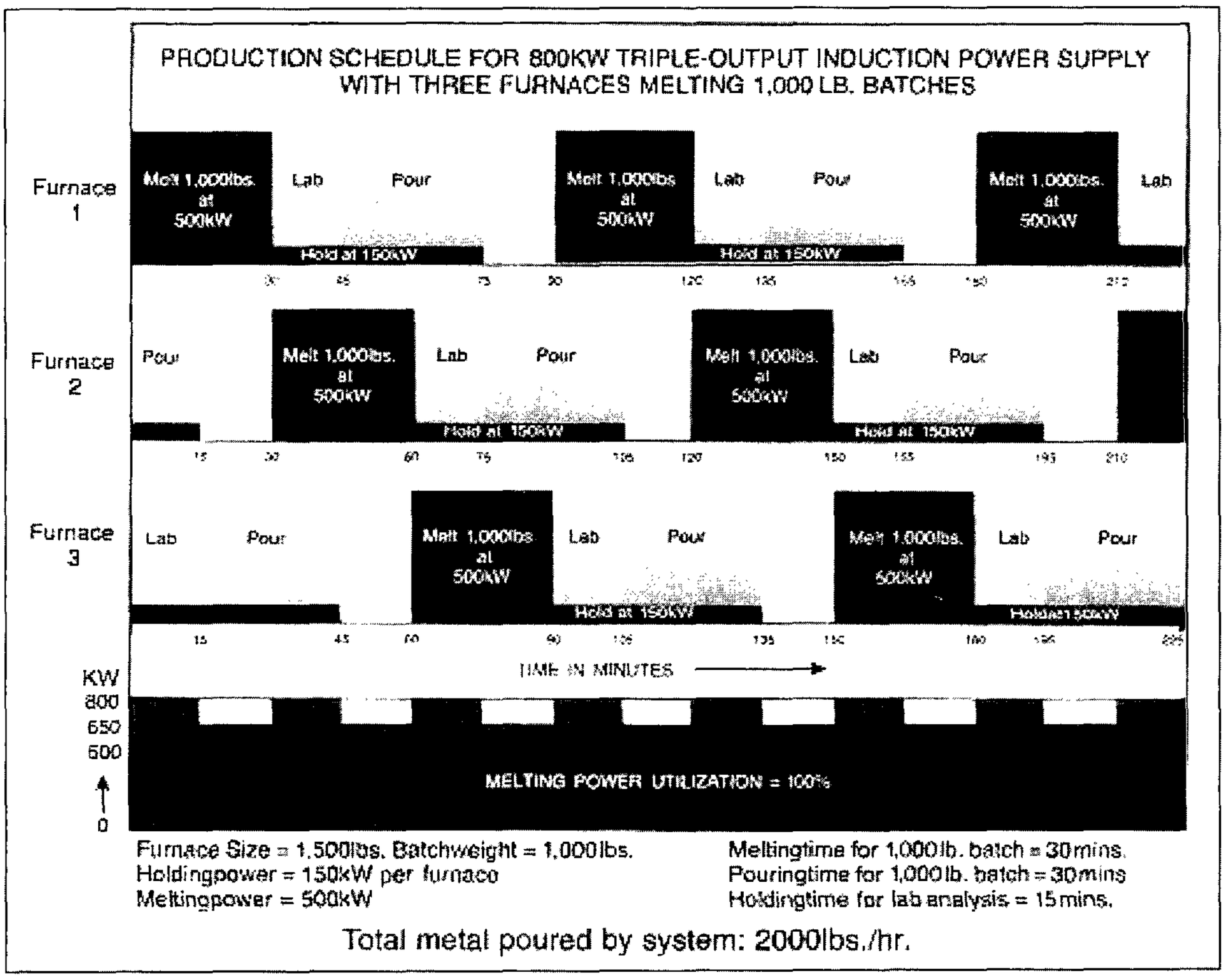

그림 13. 3중 출력 동력공급장치의 생산 스케줄.