제정 기술표준원고시 제2000 -176호 (2000. 7. 25)
개정 기술표준원고시 제2003 - 523호 (2003. 5.24)

전기용품안전기준

K 60034-19

[KS C IEC 2002]

회 전 기 기

제19부 : 직류기 시험방법

목 차

1 적용범위 3
2 이용 기준 3
3 전류와 전압 리플의 결정 3
3.1 일반사항 3
3.2 전류 리플 4
3.3 전압 리플 4
3.4 평균값의 측정 4
3.5 r.m.s 값의 측정 4
3.6 전압과 전류의 리플계수와 파형율 계산 4
4 동일한 전기자 회로 인덕턴스의 결정 4
4.1 시험 시작전의 수행 절차 4
4.2 분권 및 복권기기의 전기자 인덕턴스 측정 5
4.3 직권기기의 전기자 회로 인덕턴스 측정 5
4.4 직접 측정에 의거한 전기자 인덕턴스 L_a의 계산 5
4.5 부하상태에서의 포화 전기자 회로 인덕턴스 5
5 분권계자 인덕턴스의 결정 5
5.1 일반사항 5
5.2 비포화 분권계자 인덕턴스 6
5.3 포화 분권계자 인덕턴스 6
5.4 와전류 효과를 고려하지 않은 분권계자 인덕턴스 6
5.5 와전류 효과를 고려한 분권계자 인덕턴스 7
6 검은 대역의 결정 7
6.1 검은 대역 시험의 목적 7
6.2 검은 대역 시험의 절차 7
6.3 정류권선의 최소 m.m.f의 결정 8
6.4 검은 대역 폭(Δ_n)과 검은 대역 변환(Y_n)의 계산 9
6.5 정류 전동기에 대한 검은 대역 시험 9
7 허용가능한 최대 전기자 전류 변화 비율의 결정 9
8 정류 직류 전동기의 추가적인 손실과 효율 10
8.1 일반사항 10
8.2 측정 절차 10
8.3 효율의 계산 11
9 속도 규제의 결정 11
9.1 일반사항 11
9.2 예비 시험 조건 11
9.3 시험 절차 11
9.4 속도 규제의 결정 11

그림.....13

주)--- : IEC 기준과 상이한 부분

＊ : 적용하지 않아도 되는 부분

※ : 추가된 부분

한 국 산 업 규 격

회 전 기 기

KS C IEC 60034-19 : 2002

제19부 : 직류기 시험방법

(IEC 60034-19 : 1995, IDT)

Rotating electrical machines

- Part 19 : Specific test methods for d.c. machines on conventional and rectifier-fed supplies

서 문 이 규격은 1995년에 발행된 IEC 60034-19, Rotating electrical machines - Part 19: Specific test methods for d.c. machines on conventional and rectifier-fed supplies를 번역해서 기술적 내용 및 규격의 서식을 변경하지 않고 한국산업규격으로 제정한 것이다.

1 적용범위

KSC IEC 60034의 이 부는 IEC 60349 및 다른 IEC 기준이 적용되는 것은 제외하고 1kW 정격의 출력 전력을 갖는 일반 전압원과 궤환정류 전압원을 가진 직류 기기에 적용된다.

이 기준의 목표는 일반적인 기기와 정류 직류 기기의 특성을 결정하기 위한 방법을 정립하는 것이다.

어떤 기기에나 본 기준에서 설명한 모든 시험이나 일부 시험을 반드시 수행해야 한다는 의미는 아니다. 특정 시험의 실시여부에 대해서는 제조자와 구입자간의 특별협의를 거쳐야 한다.

2. 인용기준

다음의 자료는 인용을 통해 KSC IEC 60034의 이 부분의 규정에 반영되었다. 발행 때에 주어진 판이 유효했다. 모든 기준 문서는 개정될 수 있다. 그리고 KSC IEC 60034의 이 부분에 협의 당사자들은 밑에 주어진 인용 문서의 가장 최근 판의 적용 가능성을 확인해 볼 것을 권한다. IEC와 ISO의 회원은 현재 유효한 국제 기준의 등록을 유지한다.

IEC 60034-1: 1994, 회전 기기 - 제1부 : 정격과 성능

IEC 60034-2: 1972, 회전 기기 - 제2부 : 시험을 통해 회전 전기 기기의 효율과 손실을 결정하는 방법 (견인차량용 기계는 제외)

IEC 60349 : 1991, 전기 운송 - 레일 운송수단과 도로 운송수단용 회전 기기

3 전류와 전압 리플의 결정

3.1 일반사항

이 시험은 단자전압과 정격상태의 정류 직류 기계의 전기자 전류의 변화를 알아보기 위한 것이다.

3.2 전류 리플

전기자 전류 리플의 첨두 대 첨두 진폭은 직류와 교류 값을 읽을 수 있는 성능을 가진 오실로스코프에서 가장 잘 측정된다. 대안으로는 직렬 전기자 회로에서의 무유도성 저항 사이의 전압하강을 읽을 수 있는 첨두 대 첨두값 기록 전압계를 사용하는 것이다.

3.3 전압 리플

전압 리플의 첨두 대 첨두 진폭은 교류 측정에 영향을 주지 않는 적당한 크기의 적절한 블록 축전기에 직렬 연결된 전압계의 첨두 대 첨두 값을 읽거나 오실로스코프를 사용하여 적절한 오실로그래프를 읽어 측정할 수 있다.

첨두 대 첨두 값을 측정하는데 있어서 주의해야 할 것은, 고주파로 인한 주파형의 편차는 무시해야 한다는 것이다.

3.4 평균값의 측정

정류 전압원의 경우 전기자 전압과 전류의 평균 직류값은 영구자석 코일 형태의 측정기구를 사용하여 측정할 수 있고 실 평균값을 주는 것으로 알려져 있는 디지털 측정기구도 사용할 수 있다.

3.5 r.m.s 값의 측정

r.m.s 값은 전력계 타입이나 이동지침 타입 또는 실 r.m.s값을 주는 것으로 알려져 있는 디지털 기구를 포함하는 다른 기구를 이용하여 측정할 수 있다. 전압이나 전류 신호의 부분만을 감지하는 정류기를 사용하는 형태의 교류 장치와 교정기능을 가지는 기구는 사인곡선은 사용하지 않는다는 가정에 토대를 두고 있다. 전압과 전류신호의 오실로스코프 관찰을 권한다.

3.6 전압과 전류의 리플 계수와 파형율 계산

전압과 전류의 리플 계수와 파형율을 이 부의 3.2 3.5 에 의해 측정된 최대, 최소, 평균, r.m.s 파형값을 가진 KSC IEC 60034-1 의 수식을 이용하여 계산될 것이다.

4 동일한 전기자 회로 인덕턴스의 결정

4.1 시험 시작전의 수행절차

기계의 전기자 회로 단자에 50Hz에서 60Hz의 교류를 적용함으로써 전기자 인덕턴스를 측정할 것을 권한다. 전기자는 회전을 못하도록 한다. 간단한 시험동안 브러시와 정류기의 과열을 막기 위해 교류전류를 기계의 전류 정격의 20%로 제한한다면 일반 탄소 브러시를 사용할 수 있다. 브러시는 시험 전에 검사되어지고 정류자 표면에 완전히 고정될 것이다.

4.2 분권 및 복권기기의 전기자 인덕턴스 측정

분권 및 복권기기의 전기자 회로 인덕턴스는 비포화상태와 포화상태에서 측정되어진다.

비포화상태에서의 시험에서 고전압이 권선에 흐르는 것을 막기 위해 단락계자 권선은 단락 되어질 것이다. 포화상태에서의 시험에서 분권계자는 전류 리플인자가 6%를 넘지 않는 직류 전압원으로부터의 정격 전류로 여자 된다.

4.3 직권기기의 전기자 회로 인덕턴스 측정

직권기기에서의 시험은 오직 포화상태에서만 된다. 이 시험은 전류 리플 인자가 6%를 넘지 않는 직류 전압원을 사용하고 정격 전류가 개별적으로 여기 되는 직렬계자 권선에서 실행될 것이다.

그렇게 결정된 포화 인덕턴스는 5.3에서 설명한 포화 단락계자 시험에서 결정될 직렬계자에 의한 인덕턴스를 포함하지 않는다.

4.4 직접 측정에 의거한 전기자 인덕턴스 L_a의 계산

전기자 인덕턴스 L_a가 다음과 같이 계산한다.

$$L_a = \frac{U \cdot \sin\theta}{2\pi \cdot f \cdot I}$$

전압 U의 r.m.s 값, 전류 I, 주파수 f는 직접 측정에 의해 결정되었다. 전압과 전류의 위상각 θ는 오실로스코프나 위상측정기, 또는 전력계를 이용한 직접방법등 적절한 방법을 사용하여 알 수 있다.

4.5 부하상태에서의 포화 전기자 회로 인덕턴스

부하상태에서 포화된 전기자 회로 인덕턴스를 찾기 위해, 그 기계는 명시된 부하 전류와 그림 1에서 보인 교류 발전기, 축전기 C 그리고 인덕터 L에 사용된 직류 부하 전류 위에 겹쳐질 정격 전류의 약 20%의 교류 전류에 대한 발전기로 작동하며 시험되어질 것이다.

전기자 회로 인덕턴스는 교류전압 U와 교류전류 I 의 r.m.s값을 사용하는 4.4에 있는 같은 식으로 계산된다.

5. 분권계자 인덕턴스의 결정

5.1 일반사항

분권계자 인덕턴스는 단락계자 종단에 적용되는 갑작스런 전압에 의한 분권계자 전류의 축적 비율로부터 결정되어질 수 있다. 효과적인 분권계자 인덕턴스는 브러시에 나타나는 전기자 전압이 보이는 직접-축 자속의 축적 비율로부터 계산할 수 있다.

시험 동안 기계는 개방된 전기자의 정격 최대 속도로 작동한다. 시험은 비포화상태와 포화상태에서 실시된다.

5.2 비포화 분권계자 인덕턴스

비포화 인덕턴스를 찾기 위해 분권계자는 시험 기계의 최대 정격 여기의 2% 미만의 규제를 가지는 전압원으로 여기 된다. 분권계자 전압은 0에서 정격 전기자 전압 사이에서 천천히 2사이클을 순환한다. 그리고 전기자 전압은 정격값의 대략 50%로 감소한다.

분권계자 전압을 표시한 후 0으로 감소한 후에, 회로는 오픈 된다, 그리고 분권계자 전압은 표시된 값으로 리셋 된다. 분권계자 회로가 닫히고 분권계자 전압과 전류 그리고 전기자 전압이 관찰되고 시간에 대해 기록된다.

5.3 포화 분권계자 인덕턴스

포화 인덕턴스를 찾기 위해 분권계자 여기는 갑작스런 전압의 변화에도 정격 값의 90%에서 110% 까지의 오픈 회로 전기자 전압을 낼 수 있도록 설치될 것이다.(그림 2 참조) 스위치가 닫히면 정격 전기자 전압의 110%를 낼 수 있는 전류를 공급하기 위한 분권계자 공급 전압 U_f가 적용된다. 스위치가 열리면 정격 전기자 전압의 90%에서 110% 값 사이에서 R_{ext} 가 두 번 순환하고 90%의 값에서 종료된다. 스위치는 그때 닫히고 분권계자 전압과 전류, 전기자 전압이 관찰되고 시간에 대해 기록된다.

5.4 와전류 효과를 고려하지 않은 분권계자 인덕턴스

철심에서 와전류 효과를 무시할 때 분권계자 인덕턴스의 실험치는 다음과 같은 식으로 나타내어질 것이다.

$$L_f = R_f \square T_{fl}$$

$$L_{feff} = R_f \square T_{aU}$$

L_f 는 분권계자 인덕턴스

L_{feff}는 분권계자 유효 인덕턴스

R_f 는 시험이 완결된 후 직접 측정된 직류 분권계자 저항

T_{fl} 는 전류의 변화가 63.2%가 될 때의 시간

T_{aU} 는 전기자 전압 변화가 63.2%가 될 때의 시간

인덕턴스의 값을 나타냄에 있어서 그 인덕턴스의 값이 포화상태인지 비포화상태 인지를 언급하고 있는지가 분명히 설명되어질 것이다.

5.5 와전류 효과를 고려한 분권계자 인덕턴스

계자 인덕턴스는 과도 계자전류에 대한 철심에서의 와전류 효과를 고려함으로써 계산될 수 있다.

시간에 대한 $(I_{f\infty} - I_f)/I_{f\infty}$의 값은 전자에 대한 로그 스케일을 사용하여 세미로그 용지에 그릴 수 있다. 그리고 I_f 는 계자 전압의 갑작스런 적용 후에 계자 전류에서의 변화 크기를 나타내고 $I_{f\infty}$는 I_f의 최종 값을 나타낸다. 그림 3에서 두 개의 점 p 와 q는 그래프의 직선부분에서 임의로 선택된 점이다. "a"값은 세로좌표를 가진 두 점 p 와 q를 지나는 직선의 연장선과의 교점에 로그 스케일로 읽혀진다. "c"값은 다음과 같이 계산된다.

$$c = \frac{\log_e b_1 - \log_e b_2}{t_2 - t_1}$$

여기서 b_1과 b_2는 각각 시간 t_1과 t_2의 대한 $(I_{f\infty} - I_f)/I_{f\infty}$의 값이다.

계자 인덕턴스의 값은 다음과 같다:

$$L_f = R_f \frac{a}{c}$$

여기서 R_f 는 계자 저항이다.

주 - 이 공식은 다음의 근사 방정식에 토대를 두고 있다.

$$I_f = I_{f\infty}\left(1 - \frac{T_f}{T_f + T_e} \square e^{-\frac{t}{T_f + T_e}}\right)$$

여기서

T_f는 계자회로의 시정수이고 T_e는 동일한 와전류 회로의 시정수이다.

6 검은 대역의 결정

6.1 검은 대역 시험의 목적

검은 대역 시험의 목적은 부하전류가 정격전류만큼 오를 수 있는 불꽃이 튀지 않는 정류 극점의 기자력(m.m.f)에 대한 한계를 찾는 것이다. 자화하는 힘인 정류극점이 변화하기 위해서는 낮은 전압의 발전기가 정류극점권선에(그리고 맞는다면 축적권선에도)병렬로 연결된다.

6.2 검은 대역 시험의 절차

검은 대역 시험은 정류극점에 맞는 모든 기계에 적용 가능하다. 그리고 정격 베이스 속도에 맞게 될 것이고 또한 정격 최대속도(적용할 수 있다면)에도 맞게 될 것이다. 가능하다면 부하에 있는 기계에서도 시험이 될 것이다. 정격이 500kw이고 그 이상인 기계에 대해서 발전기가 단락회로 상태 하에서 검은 대역 시험이 수행될 수 있다. 만약 전동기와 같은 기계에 그 시험이 수행된다면 후자는 원활한 전류원으로부터 구동 될 것이다.

가장 신뢰할 수 있는 결과를 위해 기계에 대한 시험은 상온에서 수행되어질 것을 권장한다. 시험을 시작하기 전에 모든 브러시는 완전히 정류기안에 삽입되어야만 한다.

만약 정류권선과/또는 보상권선이 나누어져있고 이 부분이 보상권선의 다른 부분에 연결되어있다면 m.m.f의 변화는 전기자권선에 영향을 받는다. 추가적인 발전기는 시험되는 기계의 브러시에 직접 연결되고 전기자 전류의 상승이나 하강에 이용된다.(그림 4)

만약 정류권선이 전기자권선의 한쪽에 연결되어져있고 보상권선에 다른 한쪽이 연결되어져있다면 정류극점의 m.m.f의 변화는 정류권선에 병렬로 낮은 전압 발전기를 연결하므로 구현 할 수 있다. 상승 전류(I_b)나 하강 전류(I_{div})는 다음 공식에 의해 동일한 전류($I_{b\,eff}$)로 고쳐질 것이다.

$$I_{b\,eff} = \frac{W_z}{W_z + W_k\, a_z / a_k}$$

여기서

W_z는 하나의 상대극에 대한 권선 수이다.

W_k는 하나의 극으로 떨어지는 보상권선의 권선 수이다.

a_z는 상대극 권선의 병렬 경로의 수이다.

a_k는 보상권선의 병렬 경로의 수이다.

정류권선의 전류가 증가하거나 감소할 때 회전속도의 상수와 계자 전류의 상수는 유지된다.

6.3 정류권선의 최소 m.m.f의 결정

특별한 부하에서 정류권선의 최소 m.m.f를 찾기 위해서 전류를 정류권선에서 분리시킨다. 분리 전류는 정류기에서 불꽃이 보일 때까지 증가된다. 그리고 불꽃이 사라질 때까지 점차 감소한다. 이 시험은 정류권선의 m.m.f를 상승시킴으로 불꽃이 시작할 때까지 그리고 점차 상승 전류를 줄임으로 불꽃이 사라질 때까지 비슷하게 반복된다.

이 시험은 검은 대역의 상한과 하한을 찾기 위한 전기자 전류에 대해 그려지는 점을 얻기 위하여 다른 전기자 전류에 대해 반복적으로 수행된다.(그림 5)

6.4 검은 대역 폭 (Δ_n)과 검은 대역 변환 (γ_n)의 계산

각 시험 포인트의 백분율 검은 대역 폭은 다음과 같이 표현된다.

$$\Delta_n = \frac{100(I_b - I_{div})}{I_{aN}} \text{ 퍼센트}$$

그리고 검은 대역 백분율은 다음과 같이 표현된다.

$$\gamma_n = \frac{100(I_b + I_{div})}{2\ I_{aN}} \text{ 퍼센트}$$

여기서

I_b는 최대 상승 전류(6.3에서 불꽃이 사라질 때의 전류)이다.

I_{div} 는 최대 하강 전류(6.3에서 불꽃이 사라질 때의 전류)이다.

I_{aN} 는 정격 전기자 전류이다.

양방향은 보상권선에서의 전류의 방향으로 정의한다. 그래서 상승 전류는 양이고 하강 전류는 음이다 그리고 전류는 공식에서 각각의 그들의 부호로 대치될 것이다.

검은 대역폭의 절반이 검은 대역 변환보다 작은 경우 불꽃이 발생한다.

일반적으로 고려되어지는 이상적인 상태는 변환이 0일 때 또는 두 개의 한계 사이에 수평한 축이 중앙에 놓일 때 일어난다.

6.5 정류 전동기에 대한 검은 대역 시험

순수한 직류 전기자 전원을 사용하여 검은 대역 시험을 수행하는 것이 바람직하다. 직류전원을 사용하는 것이 가능하지 않을 때 검은 대역 시험을 위해 정류 전원이 사용될 수 있다. 그러나 그러한 경우에 상승회로나 하강회로에 정류계자에서 나온 전기자 회로의 교류 인자의 단락을 피하기 위해 적절한 임피던스를 연결하는 것이 필요하다.

7 허용 가능한 최대 전기자 전류 변화 비율의 결정

전기자 전류의 최대 허용가능 변화비율은 정류기가 받아들일 수 있는 한계에 의해 결정되어질 것이다. 전기자 전류의 초기 변화비율과(또는) 평균 변화비율은 제조자와 구입자가 협의하여 정한다. 고려중인 시험은 명시된 정류값이 한계값이 아니라는 것을 입증하는데 목적을 두고 수행될 것이다. 시험은 분권계자의 공급전압을 변화시키지 않고 수행된다. 복합 권선 기계는 시험동안 연결되지 않은 직렬 권선을 가질 것이고 직렬 권선 기계는 따로 여기 될 것이다.

정격 속도에 부하는 가지지 않고 작동하는 전동기에서 전원은 전동기와 연결되지 않을 것이고 단자에 적절한 부하저항과 인덕터가 연결된다.

외부 저항 R_{ad}(그림 6)의 값을 추측하기 위해 다음 공식이 사용된다.

$$U_a = 3/16(L_{ac} + L_{ad})(\Delta_i/\Delta_t)\square I_{aN}$$

$$R_{ad} = \frac{U_a/U_{aN}}{I_{a,\max}/I_{aN}} - R_{ac}$$

그림 7에서 전류의 평균 변화비율은 다음과 같이 주어진다.

$$(\Delta_i/\Delta_t)_{av} = \frac{0.95I_{a,\max}}{T\square I_{aN}} = \frac{0.95I_{a,\max}}{3\tau\square I_{aN}}$$

그리고 초기 변화 비율은 다음과 같다.

$$\frac{di}{dt}\square_{t=0} = \frac{I_{a,\max}}{\tau\square I_{aN}}$$

여기서

T=3τ는 전류를 0에서 $0.95I_{a,\max}$까지 증가시키는데 걸린 시간이다.

$$\tau = \frac{L_{ac} + L_{ad}}{R_{ac} + R_{ad}}$$

여기서

L_{ac}와 R_{ac}는 전동기내부의 전기자 회로에 각각 있는 인덕턴스와 저항값이다.

L_{ad}와 R_{ad}는 전동기 종단에 외부적으로 연결된 인덕턴스와 저항값이다.

저항이 전기자에 연결되었다면 정류자는 제조자가 믿을 수 있다고 하는 수단에 의해 결정될 수 있다. 만약 정류자가 제한이 되지 않는다면 회로 매개변수의 값은 적절히 조절될 것이고허용할 수 있는 전류의 최대 상승 비율이 얻어질 때까지 시험은 반복된다. 변화하는 매개변수는 외부 저항과 인덕터나 시험 전에 적용될 수 있는 교류적인 계자 전류일 수 있다.

전류 상승 비율은 기억장치가 있는 오실로스코프나 적절한 응답을 가지는 기록장치에 의해 기록되어질 것이다.

8 정류 직류 전동기의 추가적인 손실과 효율

8.1 일반사항

전기자 전류의 전류 리플인자가 0.1을 넘을 때마다 KSC IEC 60034-2 에 명시된 손실과 전기자 전류의 교류 요소에 의해 발생하는 추가적인 손실에 대해 보상이 주어질 것이다.

8.2 측정 절차

추가적인 손실은 저 코사인 전력계, 공심 전류 변환기의 이차 권선에 직접 연결된 직렬 권선과 전압 신호의 직류요소를 차단하는 축전기가 직렬로 연결된 병렬 권선에 의해 결정될 것이다. 공심변환기의 주 권선은 전동기의 전기자 회로와 직렬로 연결되어 있다. 측정 회로는 전력계, 공심변환기 그리고 차단 축전기로 이루어져 있다.(그림 8)

사용되는 기구와 요소는 적어도 360Hz의 정확한 결과를 내는데 적절할 것이다.

8.3 효율의 계산

정류 직류 전동기의 효율은 다음과 같이 정의된다.

$$\eta_{\sim} = \eta \frac{P_1}{P_1 + P_{\sim}}$$

여기서

P_1 는 순수한 직류 전원을 가지고 시험 동안 전동기에 입력된 전력이다.

$P_{\sim}$ 는 전력계에 의해 측정된 것과 같은 전기자 전류의 교류 요소에 의해 생성된 추가적인 손실이다.

η 는 순수한 직류 전원을 가지고 행한 시험에 대해 KSC IEC 60034-2에서 정의된 효율이다.

9 속도 규제의 결정

9.1 일반사항

이 시험의 목적은 정격 부하에서 상수 계자 전류를 가지는 비 부하까지 부하가 균일하게 감소하는 것과 같이 전동기 속도에서의 변화를 찾는 것이다. 전동기는 일반적인 직류전원 또는 정류전원을 가질 것이다.

9.2 수행되는 시험의 상태

시험은 동작온도에서 수행되는 것을 권한다. 시험 포인트는 권선의 온도가 명확하게 변하지 않도록 신속히 취해질 것이다.

9.3 시험 절차

전동기는 정격 전기자 전압과 정격 계자 전류에서 동작되어질 것이다. 만약 전동기가 계자 가감 저항기를 사용하면 가감 저항기는 정격 전기자 전류와 정격 전기자 전압에서 정격 속도를 내도록 조절한다. 지속적인 판독이 얻어질 때까지 전체 부하를 여러 번 붙였다, 떼었다 하는 것이 필요하다. 후에 각각의 전체 부하 속도와 비부하 속도가 기록될 것이다.

9.4 속도 규제의 결정

속도 규제는 다음 식으로 결정된다.

$$\Delta n = \frac{n_o - n_n}{n_n}$$

여기서

Δn 은 단위 규제이다

n_o 는 비 부하에서의 속도이다.

n_n 는 정격 부하에서의 속도이다.

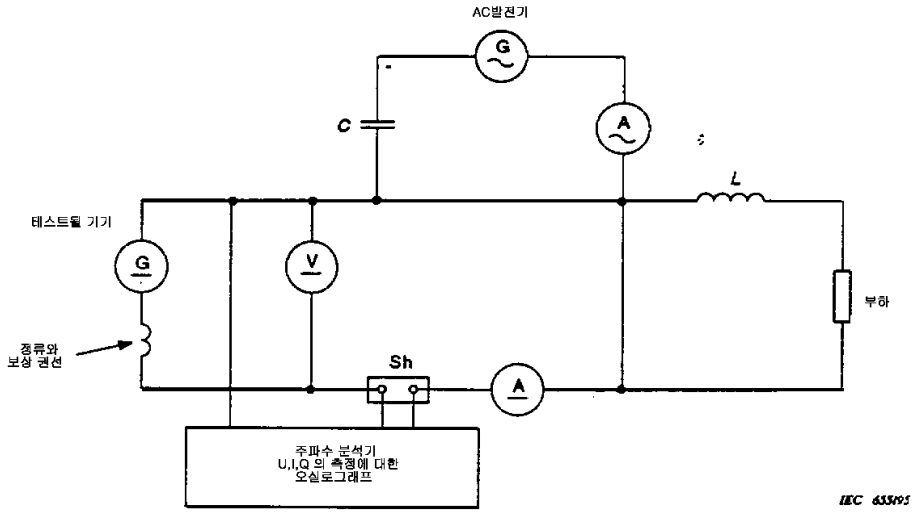

그림 1 - 포화 전기자 회로 인덕턴스의 결정

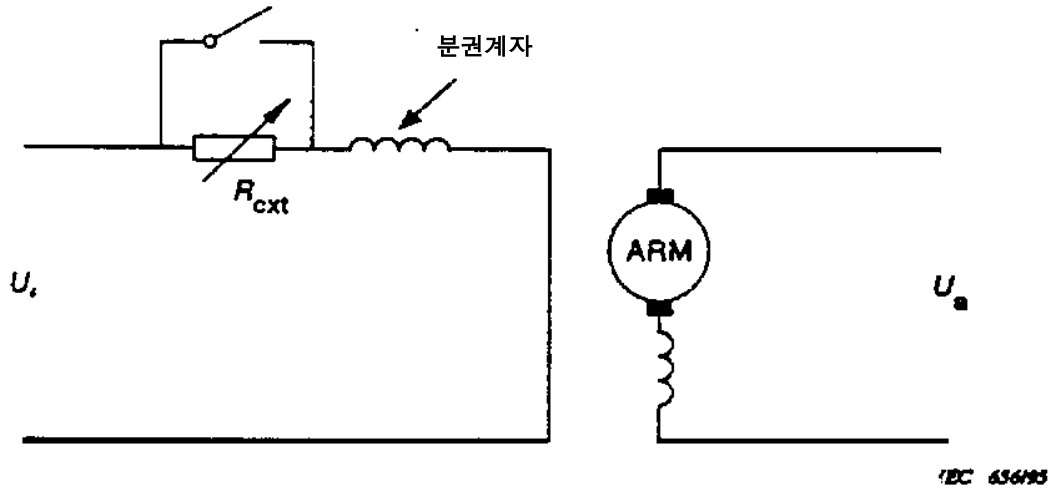

그림 2 - 포화 분권계자 인덕턴스 측정을 위한 시험 회로

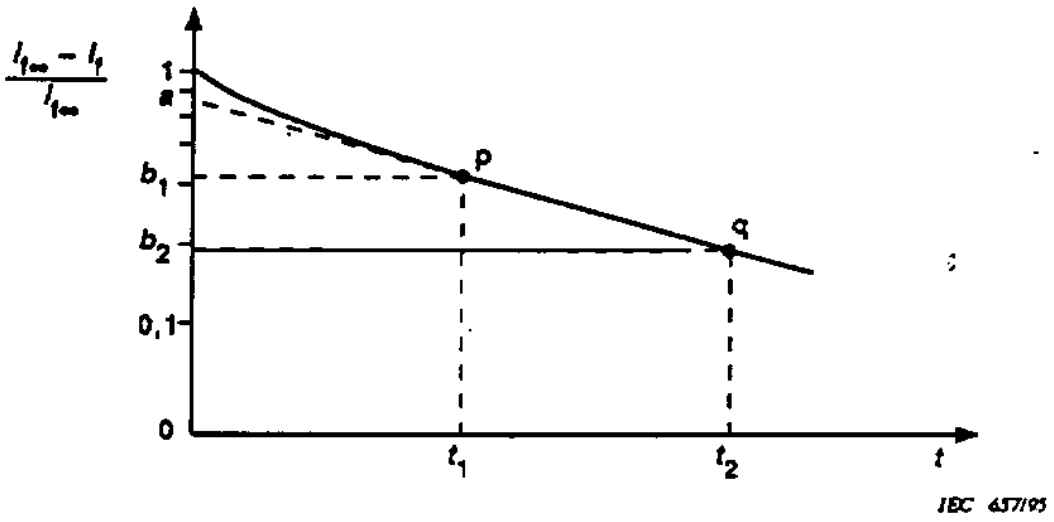

그림 3 - 계자 인덕턴스의 결정

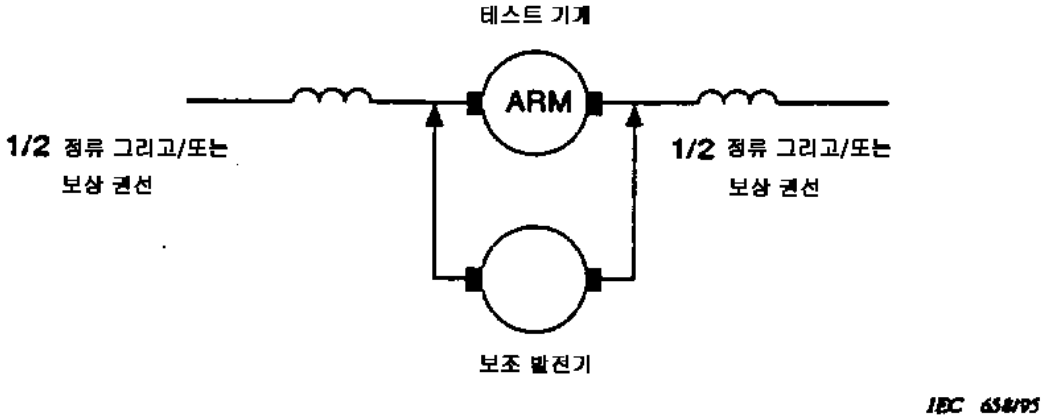

그림 4 - 전기자 전류의 상승과 하강에 사용되는 추가적인 발전기

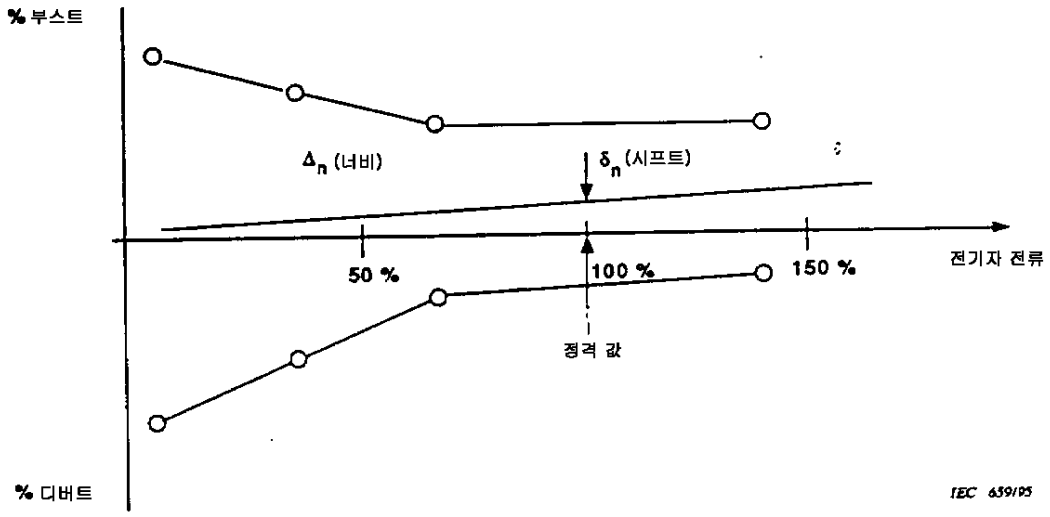

그림 5 - 명시된 일정한 회전속도를 위한 검은 대역 영역

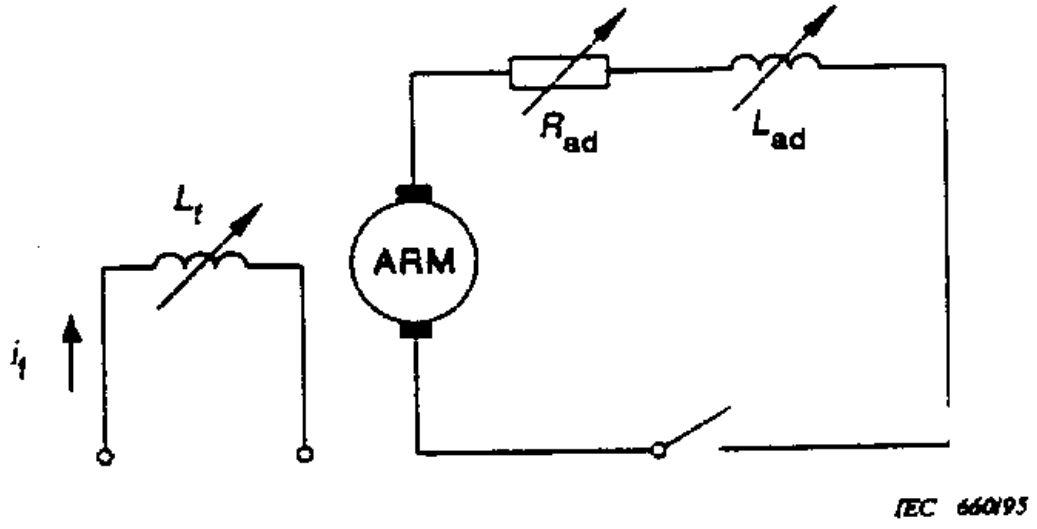

그림 6 - 전기자 전류의 변화 비율의 측정을 위한 시험 회로

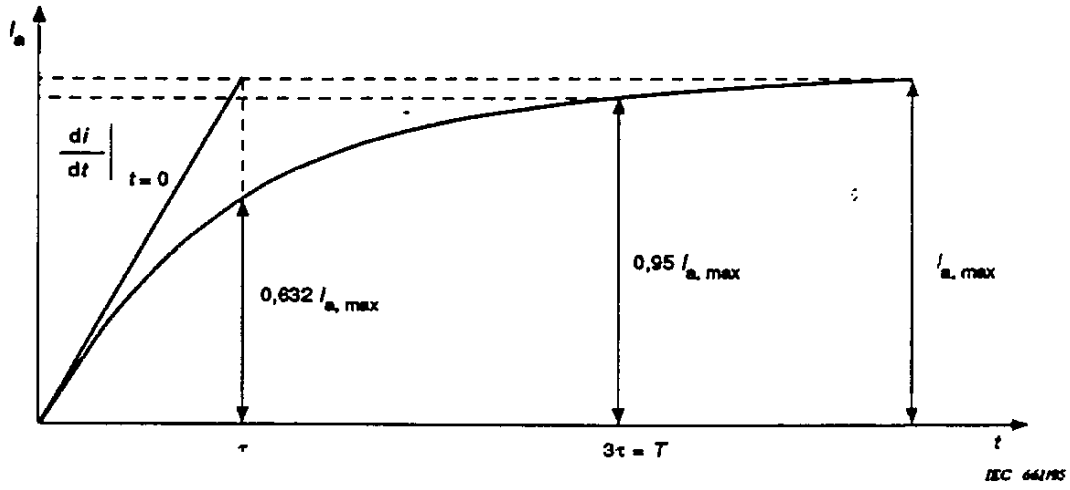

그림 7 - 전기자 전류의 과도 축적

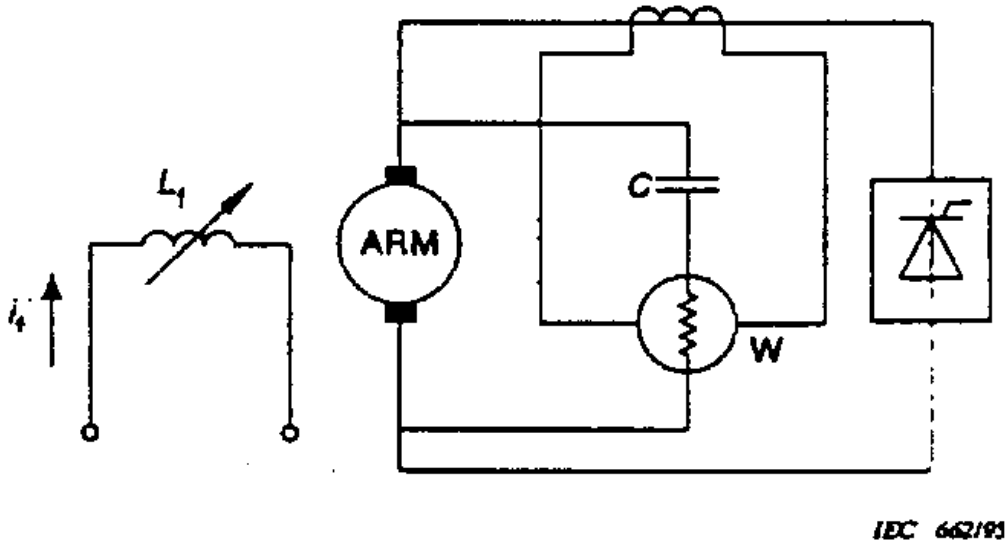

그림 8 - 리플 손실의 측정을 위한 시험 회로