

이 용 식
손 수 국 *
고 문 석

한국 전기 연구 소
한국 전기 연구 소
한국 전기 연구 소

1. 서 론

본 논문에서는 Micro-Computer 에서 응용될수 있는 단상 유도 전동기 설계 Program 을 개발 하였다. 기존업체의 제품 생산형태는 표준품 생산과 주문생산으로 나눌 수 있다. 소비자의 주문사양에 맞는 제품을 만들기 위해 제조업자는 자신의 생산시설을 살펴보아야 한다. 즉 생산라인을 그대로 이용할 것인가, 일부 혹은 대폭 변경할것인가 를 결정하기위한 설계 방안이 있어야 한다. 따라서 여러 설계변수중 어느 변수를 어느 정도 변경하는것이 가장 효율 좋고, 주문사양에 맞는 제품이 될수 있는지를 검토하는 일은 매우 중요하다. 한편 기존설비 또는 표준품의 이용적 측면을 고려하여 설계를 해야한다. 이러한 바탕에서 응용될수 있는 Program 개발 및 효율향상 방안을 제시한다.

2. 단상유도 전동기 설계 Program 개발

2. 1 기계요소 설계

1) 고정자

고정자는 round bottom 형과 flat-botfom형에서 선택된다.

고정자 외경, 내경, stack length 는 설계 기본변수가되며 여기에는 slot type 별각부 크기, 공극, slot 수 등이 설계변수로 추가된다. 이러한 설계변수가 설계과정에서 결정되어져야 하는데 외경, stack 길이 등은 설계 목적에 따라 다르게 결정된다. 그림 1 에 선정된 slot type 및 각부명칭이 명시되어 있다.

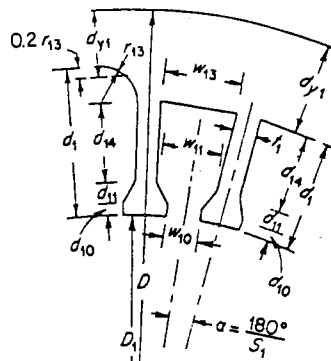


그림 1. 고정자 slot type 별 각부명칭

2) 회전자

회전자의 설계변수는 slot 수, slot type, stack 길이가 있다. slot 수는 추천된 값을 사용하며 noise 와 vibration 을 최소화 하기위해 kuhlmann 의 규칙을 적용했다. 그리고 stack 길이는 고정자와 같게 했으며, 앞에서 열거한 설계변수를 결정할때 제작상

제약조건이 있을 경우 그것을 고려했다. 그림2에 slot type 을 명시 했다.

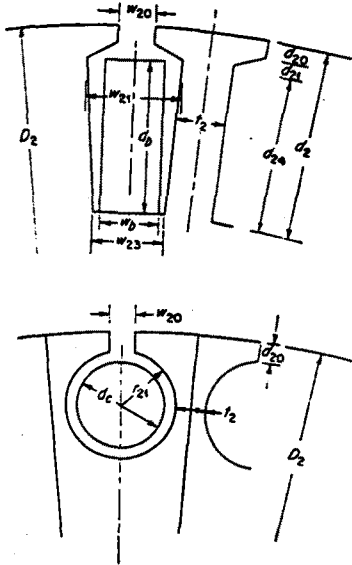


그림2. 회전자 slot type

3) 주권선

주권선에는 설계변수로서 권선분포, 도체크기, 턴수 및 slot fullness 등이 있다. 권선분포의 선택은 slot 수에 의해 다양하게 결정될 수 있으며, 도체크기, turn 수는 slot fullness 등에 의해 제약을 받으며, 도체굵기는 표준품에서 선택되어야 한다.

4) 회전자 Cage

회전자 도체의 설계는 2차 동손, 온도상승, 효율, 최대 토오크, speed 결정에 중요하다. 설계변수로는 skew 각도 Bar, Ring 의 저항율, 크기등이 있다.

2-2. 전동기 상수 결정

1) 권선법에 따른 공극자속

권선법에는 full-pitch coil, chord coil, Concentric coil 형식이 있다.

가장 널리 사용되고 있는 Concentric Coil 방법을 집중 검토한다.

fouriers 급수를 이용하여

$$\hat{A}_1 = \frac{4}{\pi} (C_1 \sin B_1 + C_2 \sin B_2 + \dots)$$

$$A_n = \pm \frac{4}{\pi} (C_1 \sin n B_1 + C_2 \sin n B_2 + \dots)$$

분포 계수

$$K_{wn} = \pm \frac{C_1 \sin n B_1 + C_2 \sin n B_2 + \dots}{C_1 + C_2 + \dots}$$

코일의 유기기전력

$$E = 4.4428 f \phi P (C_1 \sin B_1 + C_2 \sin B_2 + \dots) \times 10^{-8}$$

극당자속

$$= \frac{45016 E \times 10^3}{fckw}$$

2) 자계회로 해석

공극 계수는 slot type 에 따른 Carter factor 고려했으며, 각부 자계의 포화 특성은 P.H. Trickey 의 경험 식 이용

3) 누설리액턴스

① Slot leakage reactance.

$$X_{slot} = K_x \left(\frac{6.38L_1}{S_1} K_s \right)$$

$$K_s = 2 f (ckw)^2 \times 10^{-8}$$

$$K_s = K_{s1} C_x + (S_1 / S_2) k_{s2}$$

$$C_x = \frac{(C_1^2 + C_2^2 + \dots)}{(C_1 + C_2 + \dots)^2} \frac{1}{kw^2} \frac{S_1}{4P}$$

K_{s1}, K_{s2} 를 결정하기 위해 Vickers 의 특성곡선을 이용한다.

② Zig - Zag Leakage reactance

$$X_{ZZ} = K_x \frac{2.13L_1}{sig} K_{ZZ}$$

$$K_{ZZ} = \frac{(t_{10} + t_{20})^2}{4(X_1 + X_2)}$$

③ END leakage reactance

$$X_{end} = K_x \left(\frac{1.57 \times 2 \times De \times ACT}{S.P} \right)$$

④ Belt leakage reactance

Hellmund 유도식 이용

$$X_{beett} = K_x (0.00018 \times 2 \cdot K_m \cdot K_B)$$

⑤ Skew leakage reactance

$$X_{skew} = (1 - C_{sk}^2) X_m K_p$$

Linkous 의 특성 곡선 사용

4) 저항 및 각종 손실

① 1 차 저항

$$r_1 = \frac{LMC}{12} \cdot \frac{C}{q} \cdot \frac{Ohms/1000ft}{1000}$$

$$\text{도체중량} = \frac{LMC}{12} \cdot C \cdot q \cdot \frac{lb/1000ft}{1000}$$

② 2차저항

$$r_2 = 4 (ckw)^2 \left(\frac{L^2 P_b}{S_2 A_b} + \frac{2 D_2 P_r}{\pi p^2 A_r} \right)$$

③ 철손

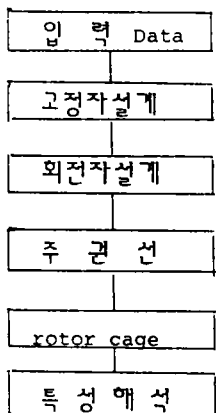
기본파 철손 구하기위해

Trickey 특성곡선 이용

④ 마찰 및 풍손

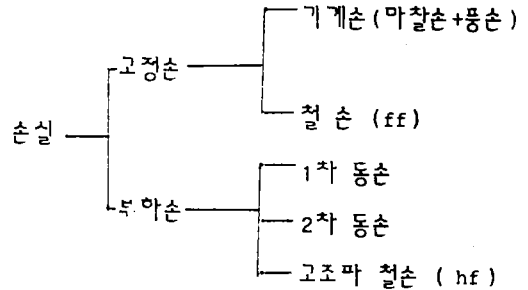
$$\text{마찰손} = 1.25 \cdot OD^3 \cdot \left(\frac{rpm}{100} \right)$$

5) flow chart



3. 고효율 전동기를 위한 최적화 방안

전동기 손실은 다음과 같이 분류된다.



3-1. 전동기 손실 저감 방법

1) 기계손

기계손은 축마찰에 의한 손실과 풍손으로 나뉘어지는데 축마찰은 윤활유의 선정이 중요하고, 풍손은 냉각 fan 를 작게 만드는 것이 중요하다. 여기서 검토하지 않음.

2) 철 손

철손을 줄이기 위해 고급규소강판을 이용하든 각 적층을 두껍게 하는 등 방법이 다양한데 다른 특성의 제약 조건때문에 제한받는다.

3) 1차, 2차 동손

도체 단면적을 크게 하는 것이 좋은데 turn 수, slot fullness 등의 제한을 받는다.

4. 각 설계 변수에 따른 특성 분석

1) 고정자 변수

Stack 길이, 외경, 내경을 변수로 특성 분석

2) 회전자 변수

회전자길이, slot 수

skew 각도를 변수로 특성분석

3) 주권선 변수

권선분포, 도체굵기, turn 수 2차 도체 크기 및 Bar 재질에 따른 분석

5. 결 론

고효율 전동기를 위해 어느 변수를 어느 정도
변화시켜야 되는지를 검토했다.

참 고 문 헌

- 1) Veinot, Theory and Design of Small
Induction Motors .
- 2) Lawrence, P.
Digital Computation in Basic
Circuit Theory
- 3) P.S. Bim BHRA,
Generalized Circuit theory of
electrical Machines
- 4) Shans kuo,
Computer Applications of numerical
methods.