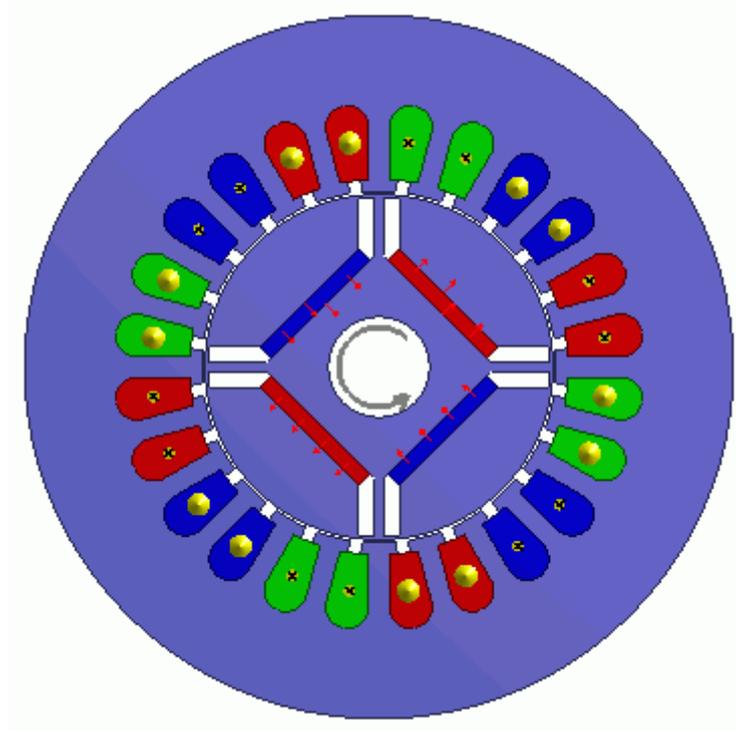


예제 1

IPM 모터의 토크 분석



일반

- IPM 모터(내부 영구 자석 모터)의 토크 특성을 분석하여 전기가 적용될 때 분석됩니다. 이 모델은 로터에 자석이 내장된 영구 자석 동기 모터입니다.
- 분석은 외부 회로와 결합됩니다.
- 연습 7에서는 동일한 모델 양식이 표시되지만 3상 AC 소스를 사용합니다. (연습 1은 3상 AC 전압 소스를 사용합니다.)
- 균질화 방법은 코어용 강철의 전자기 플레이트의 층 구조를 시뮬레이션하기 위해 적용됩니다.
- 토크와 자기 플럭스 밀도가 해결됩니다.
- 아래 목록에 명시되지 않는 한 기본 조건이 적용됩니다.
- 이 연습에서 모델은 쉽게 이해할 수 있는 반기 대칭입니다. 이 모델을 1/4 기간 대칭으로 만들어 빠른 계산이 가능합니다. 1/4 기간 대칭 모델의 프로젝트 파일을 가져옵니다. (프로젝트 파일을 열기 전에 저장)

분석 조건

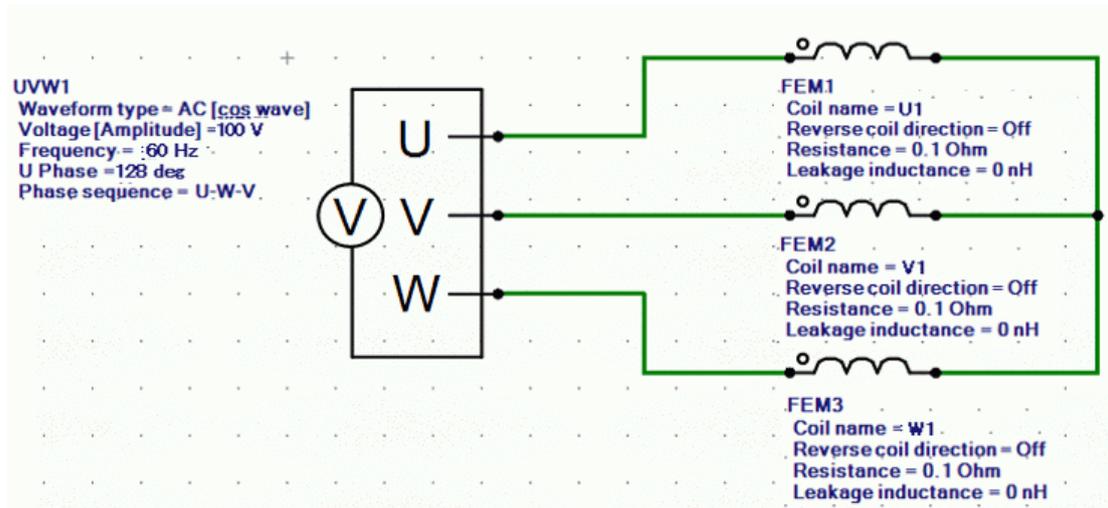
항목	설정
Solver	자기장 분석 [루벤스]
분석 공간	2d
분석 유형	과도 해석
단위	M m
옵션	<p>외부 회로 커플링을 선택합니다. 회전 기계를 선택합니다. [변환] 모델 두께: 30×10^{-3}[m] 부분 모델을 선택합니다. 전체 모델의 분할 수: 2 회로 구성 시리즈 번호: 1 평행의 회로 구성 번호: 2 결과를 전체 모델로 변환하고 출력합니다.</p>

회전 기계 탭은 다음과 같이 설정됩니다.

탭	항목 설정	설정
회전 기계	회전 이동	<p>일정한 속도를 선택합니다. 회전 수: 1800[r/분] 로터의 초기 회전 위치: 0[deg]</p>
	슬라이드 메시 분할 수	<p>일주 구분 각도: 1.0[deg] 단계당 회전: 1[메시] 슬라이드 메시 레이어 수: 3</p>

외부 회로는 다음과 같습니다.

60[Hz] 3상 AC 전압이 적용됩니다.



메시 탭을 다음과 같이 설정합니다.

탭	항목 설정	설정
메시	메시 설정	일반 메시 크기 자동 설정: 선택 취소 일반 메쉬 크기: 1[mm]
	주변 공기 창조	주변 공기 만들기를 자동으로 선택합니다. 주변 공기 규모: 1.2

과도 분석 탭은 다음과 같이 설정됩니다.

아래 설정과 함께 단계 수는 180이고, 일주 분할 각도는 1.0[deg]이고, 단계당 회전은 1[메시]이고, 회전은 180도(=180*1.0*1)까지 분석됩니다.

탭	항목 설정	설정
과도 해석	시간 단계	자동 번역

테이블	수	계산 단계	출력 단계
	1	180	1

그래픽 개체

로터 코어와 자석이 중앙에 배치됩니다. 그 주위에는 스테이터와 코일이 배치됩니다.

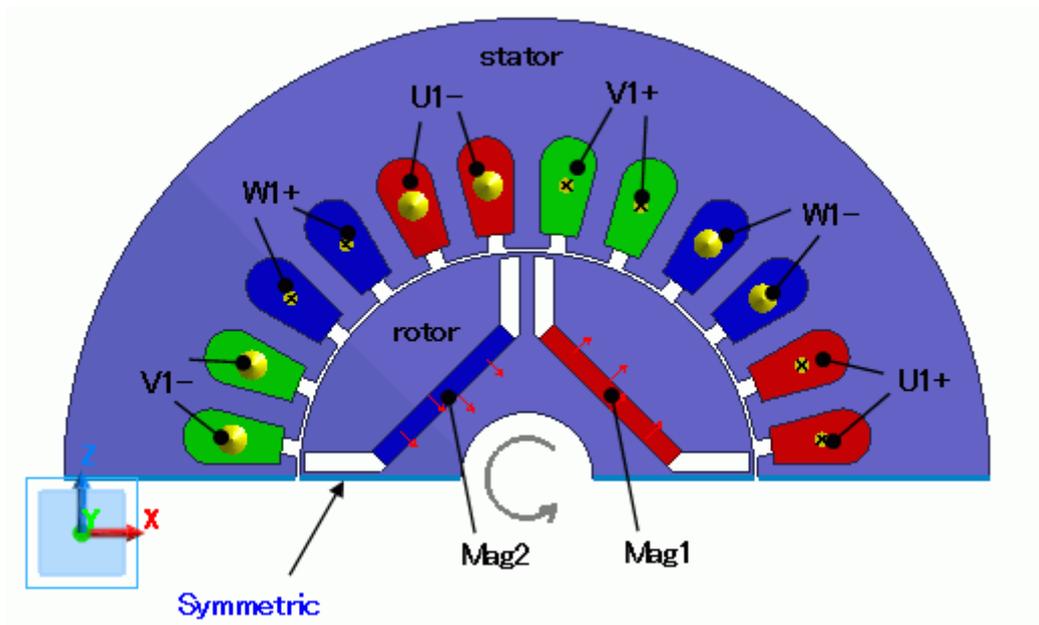
모터에는 4개의 기둥이 있습니다.

이것은 2D 모델 분석입니다. 분석 모델의 대칭을 활용하여 반기 대칭 모델로 만들어집니다.

회전 기간 경계(대칭)가 설정됩니다.

"주변 공기 생성"이 선택됩니다.

- 이 연습에서 모델은 쉽게 이해할 수 있는 반기 대칭입니다. 이 모델 분기 기간 대칭을 만들어 계산 속도가 빨라질 수 있습니다.
분기 모델에서 회로의 계열 수는 2이고 외부 회로에서 FEM 코일의 저항 값은 절반 모델입니다.



Body 특성 및 재료

Body 번호/유형	Body 특성 이름	재질 이름
14/시트	Mag1	Mag
15/시트	Mag2	MAG
13/시트	Rotor	Core
37/시트	Stator	Core
39/시트	U1+	Cu
40/시트	U1+	Cu
41/시트	W1-	Cu
42/시트	W1-	Cu
43/시트	V1+	Cu
44/시트	V1+	Cu
45/시트	U1-	Cu
46/시트	U1-	Cu
47/시트	W1+	Cu
48/시트	W1+	Cu
49/시트	V1-	Cu

50/시트	V1-	Cu
-------	-----	----

본문 특성은 다음과 같이 설정됩니다.

코어의 경우 균일화 방법을 선택하여 계층화된 강판을 시뮬레이션합니다.

Body 특성 이름	탭	설정
Mag1	방향	벡터: X-1, Y-0, Z-1
	스테이터/로터/공기	Rotor
Mag2	방향	벡터: X-1, Y-0, Z-1
	스테이터/로터/공기	Rotor
Rotor	레이어	고려 레이어 선택 공간: 97[%] 레이어 방향 벡터: X=0, Y=1, Z=0
	스테이터/로터/공기	Rotor
Stator	레이어	고려 레이어 선택 공간: 97[%] 레이어 방향 벡터: X=0, Y=1, Z=0
	스테이터/로터/공기	Stator
U1-	전류	파형: 외부 회로 커플링 회로의 코일 이름: U1 회전: 35[회전] 방향: - Y 방향

	스테이터/로터/공기	Stator
U1+	전류	파형: 외부 회로 커플링 회로의 코일 이름: U1 회전: 35[회전] 방향: 'Y 방향'
	스테이터/로터/공기	Stator
V1-	전류	파형: 외부 회로 커플링 회로의 코일 이름: V1 회전: 35[회전] 방향: - Y 방향
	스테이터/로터/공기	Stator
V1+	전류	파형: 외부 회로 커플링 회로의 코일 이름: V1 회전: 35[회전] 방향: 'Y 방향'
	스테이터/로터/공기	Stator
W1-	전류	파형: 외부 회로 커플링 회로의 코일 이름: W1 회전: 35[회전] 방향: - Y 방향
	스테이터/로터/공기	Stator
W1+	전류	파형: 외부 회로 커플링 회로의 코일 이름: W1 회전: 35[회전] 방향: 'Y 방향'

	스테이터/로터/공기	Stator
--	------------	--------

재질 특성은 다음과 같이 설정됩니다.

재질 이름	탭	속성																
Cu	전도도	전도도 유형: 도체 전도도: 5.977×10^7 [S/m]																
	비투자율	재료 유형 : 영구 자석																
mag	자석	자화 특성 유형: 선형 자화 강도: 1.25 상대투과성: 1.05																
		자화 특성 유형: B-H 곡선 선택 B-H 곡선 테이블																
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>자기장 [A/m]</th> <th>자기 플럭스 밀도 [T]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>58</td> <td>0.42</td> </tr> <tr> <td>90</td> <td>0.8</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>1.19</td> </tr> <tr> <td>380</td> <td>1.37</td> </tr> <tr> <td>1100</td> <td>1.48</td> </tr> <tr> <td>2000</td> <td>1.55</td> </tr> </tbody> </table>	자기장 [A/m]	자기 플럭스 밀도 [T]	0	0	58	0.42	90	0.8	180	1.19	380	1.37	1100	1.48	2000	1.55
자기장 [A/m]	자기 플럭스 밀도 [T]																	
0	0																	
58	0.42																	
90	0.8																	
180	1.19																	
380	1.37																	
1100	1.48																	
2000	1.55																	
core	투자율																	

	3000	1.608
	11000	1.81
	20000	1.91

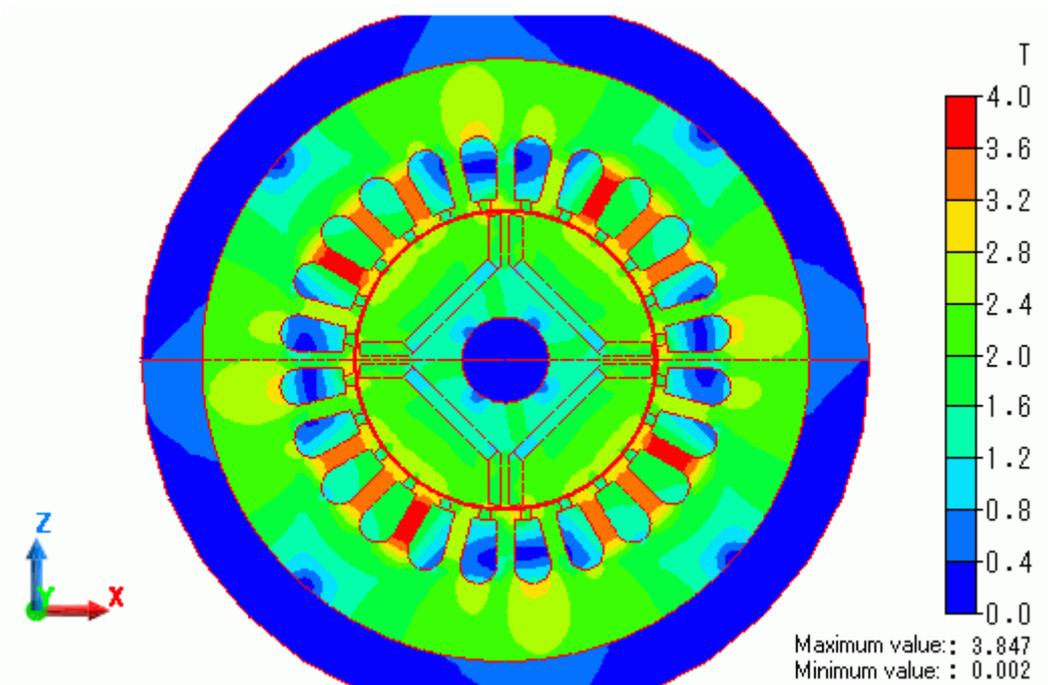
경계 조건

반기 대칭 경계가 설정됩니다.

경계 조건 이름/토폴로지	탭	경계 조건 유형	설정
대칭	대칭/연속성	주기	회전 기간(1 피리어드)

결과

0[deg]의 회전 각도에서 자기 플럭스 밀도의 분포가 아래와 같습니다.



아래 다이어그램은 시간 토크 특성을 보여줍니다.

과도 상태는 약 12 [ms]에서 안정됩니다.

토크약 20[N*m]이 얻어진다.

