
2019 KEPIC Week, IST 워킹그룹 워크숍

저진동펌프 예측정비 프로그램 개발현황

맹효영
KHNP CRI 예측진단기술그룹

2019.08.27 (화)



CONTENTS

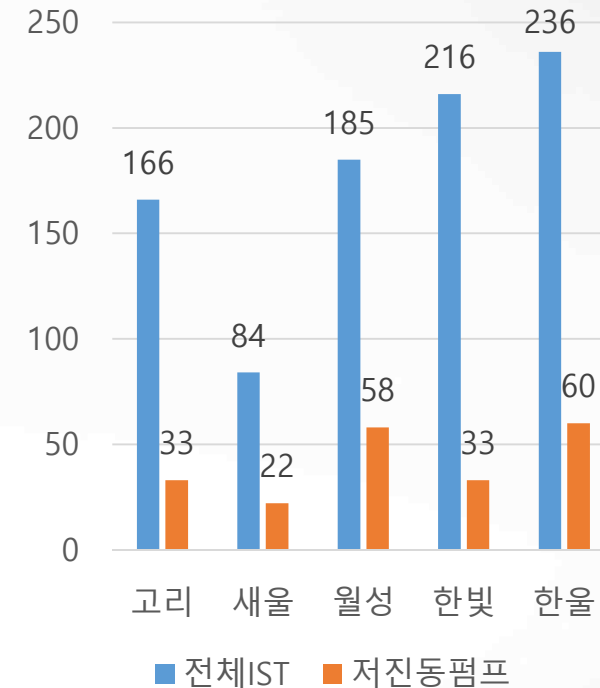
- 1 현황 및 문제점
 - 2 추진결과 및 관리방안
 - 3 자동예측진단 시스템 소개
 - 4 저진동펌프 예측정비 프로그램 개발현황
 - 5 향후 계획
-

I. 현황 및 문제점

● 전 원전 기준 887대의 저진동펌프 설치 및 운영중 ('18.10기준)

<전사 본부별 저진동펌프 현황>

본부	발전소	호기	전체 IST	저진동펌프 (NRC)	저진동펌프 (KINS)
			합계		
고리	고리1	고리2	32	21	2
		고리3	32	20	3
	고리2	고리4	32	19	3
		신고리1	36	18	11
		신고리2	34	15	14
새울	새울1	신고리3	43	27	11
		신고리4	41	22	11
	월성1	월성2	32	18	7
월성	월성2	월성3	41	23	14
		월성4	38	21	12
	월성3	신월성1	38	25	11
		신월성2	36	21	14
한빛	한빛1	한빛1	32	9	5
		한빛2	32	19	2
	한빛2	한빛3	38	18	9
		한빛4	38	21	4
	한빛3	한빛5	38	23	6
		한빛6	38	20	7
한울	한울1	한울1	45	22	12
		한울2	45	22	13
	한울2	한울3	38	19	11
		한울4	38	20	11
	한울3	한울5	35	19	7
		한울6	35	12	6
합계			887	474	206



※ NRC : 진동측정 지점 중 어느 하나라도 기준값이 1.27mm/s 이하
 KINS : 진동 측정지점 모두의 기준값이 1.27mm/s 이하

- 가동중 시험 대상 펌프 중 저-진동펌프 비율 : 23%
- 전사 저진동펌프 설비 자동예측진단시스템 구현 대상설비에 포함

I. 현황 및 문제점

- 낮은 진동기준값(Vr)으로 진동 기준치 진입사례 발생

- 대상 : 한울1발 봉산수탱크 재순환펌프 4대

* 저진동펌프 진동기준치 진입 사례(한울1발 봉산주입탱크 재순환펌프)

- '17.9.21 1호기 21PO 경고범위 진입에 따른 분해정비(펌프 분해, 베어링교체, 샤프트점검 등)

측정부위		Vr	허용범위	경고범위	조치범위	시험값	판정
Motor	1V	0.2	≤ 0.5	$0.5 < V \leq 1.2$	> 1.2	0.5	
	1H	0.2	≤ 0.5	$0.5 < V \leq 1.2$	> 1.2	0.6	경고범위
Pump	2V	0.2	≤ 0.5	$0.5 < V \leq 1.2$	> 1.2	0.2	
	2H	0.2	≤ 0.5	$0.5 < V \leq 1.2$	> 1.2	0.8	경고범위

* 저진동펌프 진동기준치 진입 사례(한울1발 봉산주입탱크 재순환펌프)

- '17.12.6 1호기 22PO 경고범위 진입에 따른 분해정비(정비내용 상동)

측정부위		Vr	허용범위	경고범위	조치범위	시험값	판정
Motor	1V	0.5	≤ 1.25	$1.25 < V \leq 3.0$	> 3.0	0.4	
	1H	0.3	≤ 0.75	$0.75 < V \leq 1.8$	> 1.8	0.6	
Pump	2V	0.2	≤ 0.5	$0.5 < V \leq 1.2$	> 1.2	0.3	
	2H	0.2	≤ 0.5	$0.5 < V \leq 1.2$	> 1.2	0.8	경고범위

- '18.4.17 2호기 22PO 경고범위 진입에 따른 분해정비(베어링교체, 로터샤프트 점검, 오링교체 등)

측정부위		Vr	허용범위	경고범위	조치범위	시험값	판정
Motor	1V	0.2	≤ 0.5	$0.5 < V \leq 1.2$	> 1.2	0.4	
	1H	0.2	≤ 0.5	$0.5 < V \leq 1.2$	> 1.2	0.55	경고범위
Pump	2V	0.2	≤ 0.5	$0.5 < V \leq 1.2$	> 1.2	0.4	
	2H	0.4	≤ 1.0	$1.0 < V \leq 2.4$	> 2.4	0.7	

Ⅱ. 완화방안 및 추진결과

○ KINS 지침

[KINS-GT-N024]

- 진동감시 보다 효과적인 상태감시 방법을 대체적용으로 신청한다면 진동 허용기준이 조정될 수 있음
- 대체적용에는 조정된 진동 허용기준에 대한 정당성을 입증 할 수 있는 근거가 포함되어야 하며, 펌프의 기계적인 상태를 감시할 수 있는 상태감시 방안이 제출되어야 한다. 이러한 상태감시 방안의 예로서는 베어링온도 경향, 윤활유 표분 채취 및 분석, 열화상 분석 등이 있다.

○ 대체적용 방법

측정 기준값(Vr)을 상대값으로 적용하지 않고, 절대값을 적용

구분	내용
현행	<ul style="list-style-type: none"> ○ 진동 판정기준에 상대값 적용 (예, 기준값이 0.1 mm/s 인 경우) - 허용범위 : $\leq 0.25 \text{ mm/s}$ ($\leq 2.5 V_r$) - 경고범위 : $0.25 \text{ mm/s} < V_r \leq 0.6 \text{ mm/s}$ - 조치범위 : $> 0.6 \text{ mm/s}$ ($> 6 V_r$)
변경	<ul style="list-style-type: none"> ○ 진동 기준값에 절대값(1.27mm/s) 적용 (근거, KINS/GT-N024) - 허용범위 : $\leq 3.17 \text{ mm/s}$ ($\leq 2.5 V_r$) - 경고범위 : $3.17 \text{ mm/s} < V_r \leq 7.62 \text{ mm/s}$ - 조치범위 : $> 7.62 \text{ mm/s}$ ($> 6 V_r$)

Ⅱ. 추진결과 및 관리방안

○ 대체적용 추진결과

- 2017년 가동중시험 워크숍 저진동펌프관련 Action Item 선정
- 한울1,2호기 봉산주입탱크 재순환펌프 가동중시험 대체적용요청('18.7)
- 1차 질의 답변서 작성 및 제출('18.9)
- 동 펌프 예측정비도입가능성 검토 및 자동예측진단시스템 연계('18.9)
- 2차 질의 답변서 작성 및 제출('19.1)
- 3차 질의 답변서 작성 및 제출('19.6)
- 4차 질의 답변서 작성 및 제출('19.7)
- 한울 1,2호기 봉산주입탱크 재순환펌프 가동중시험 대체적용 적합통보('19.7)

II. 추진결과 및 관리방안

○ 승인 후 관리방안

측정변수별 감시방법

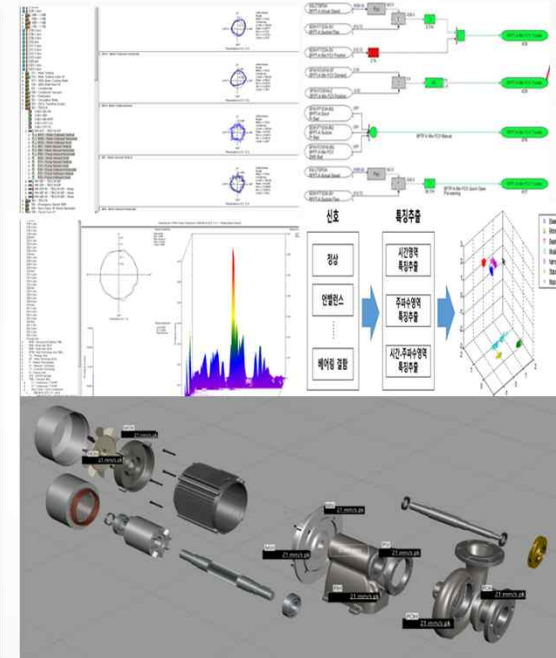
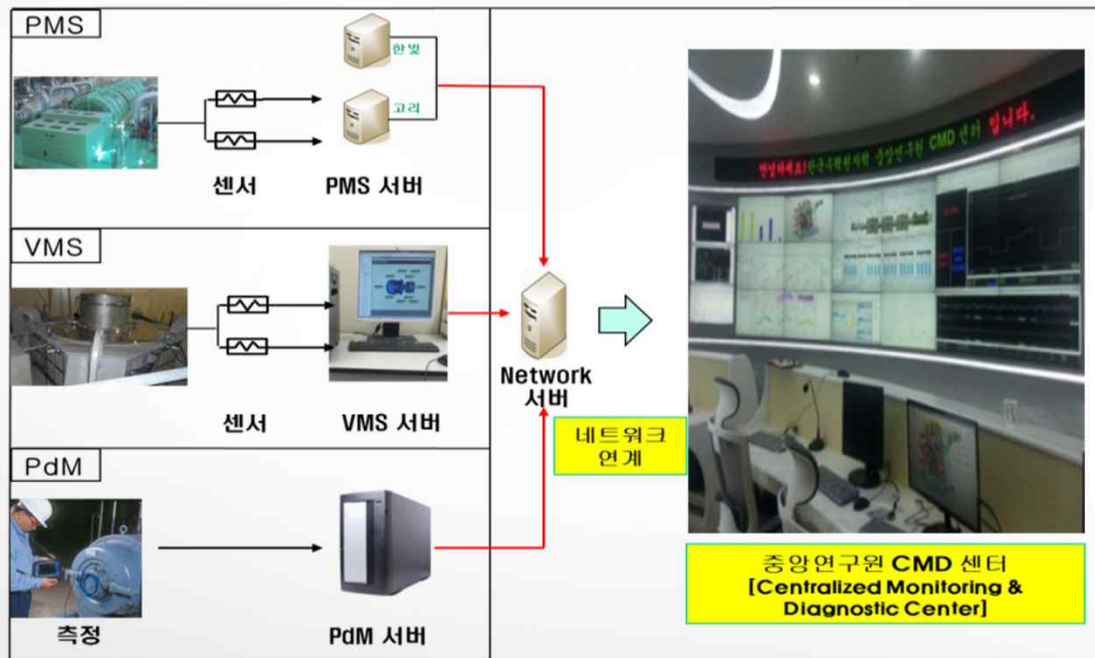
감시변수		감시주기		감시방법
		감시/측정 주기	예측진단주기	
재순환 탱크	온도	매8시간 (운전원)	*기준주기 : 3개월 (정기시험 주기 반영) *자동예측진단 경보발생시 : 수시	<ul style="list-style-type: none"> ■ 자동예측진단 시스템에 연계하여, 변수별 변동률을 자동으로 감시하다가, 기준 변동률 <u>초과시</u> 경보 발생. 진동 등 종합분석을 통한 설비 이상 유무 분석수행. ■ <u>경보없이 운전시에는 정기시험시</u> 정기 분석 수행
	수위			
유량				
전,후단 압력				
재순환 펌프	베어링 온도	한달 (운전중 기기만)		<ul style="list-style-type: none"> ■ 자동예측진단 시스템에 연계하여, 주파수대역별 자동감시 수행하고, 기준 변동률 <u>초과시</u> 경보 발생. 종합분석을 통한 설비 이상유무 검토 ■ <u>경보없이 운전시에는 정기시험시</u> 정기 분석 수행
	진동			

Ⅲ. 자동예측진단 시스템 소개

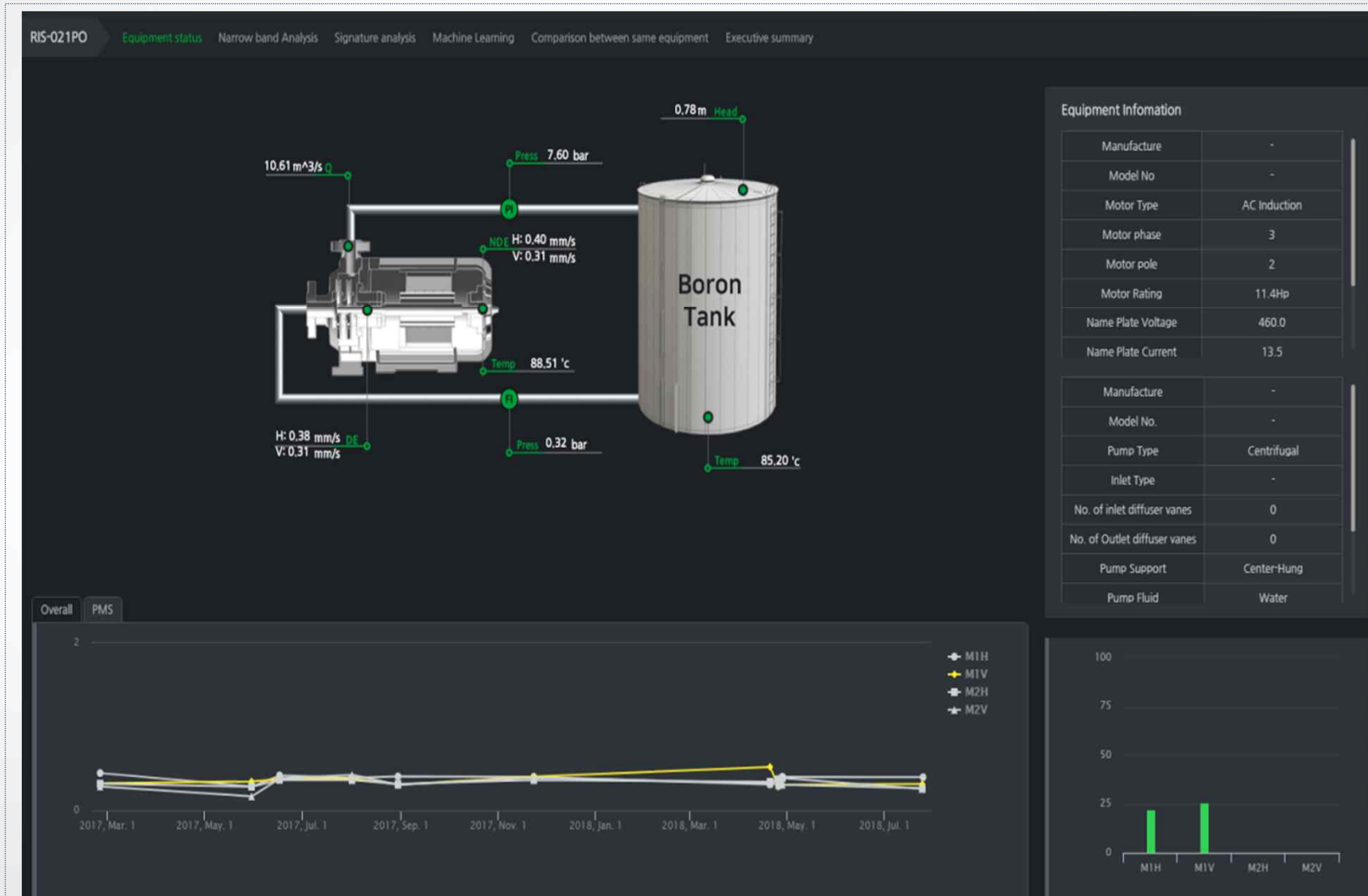
- 자동 예측진단 시스템(중앙연구원)

4차 산업
기술 접목

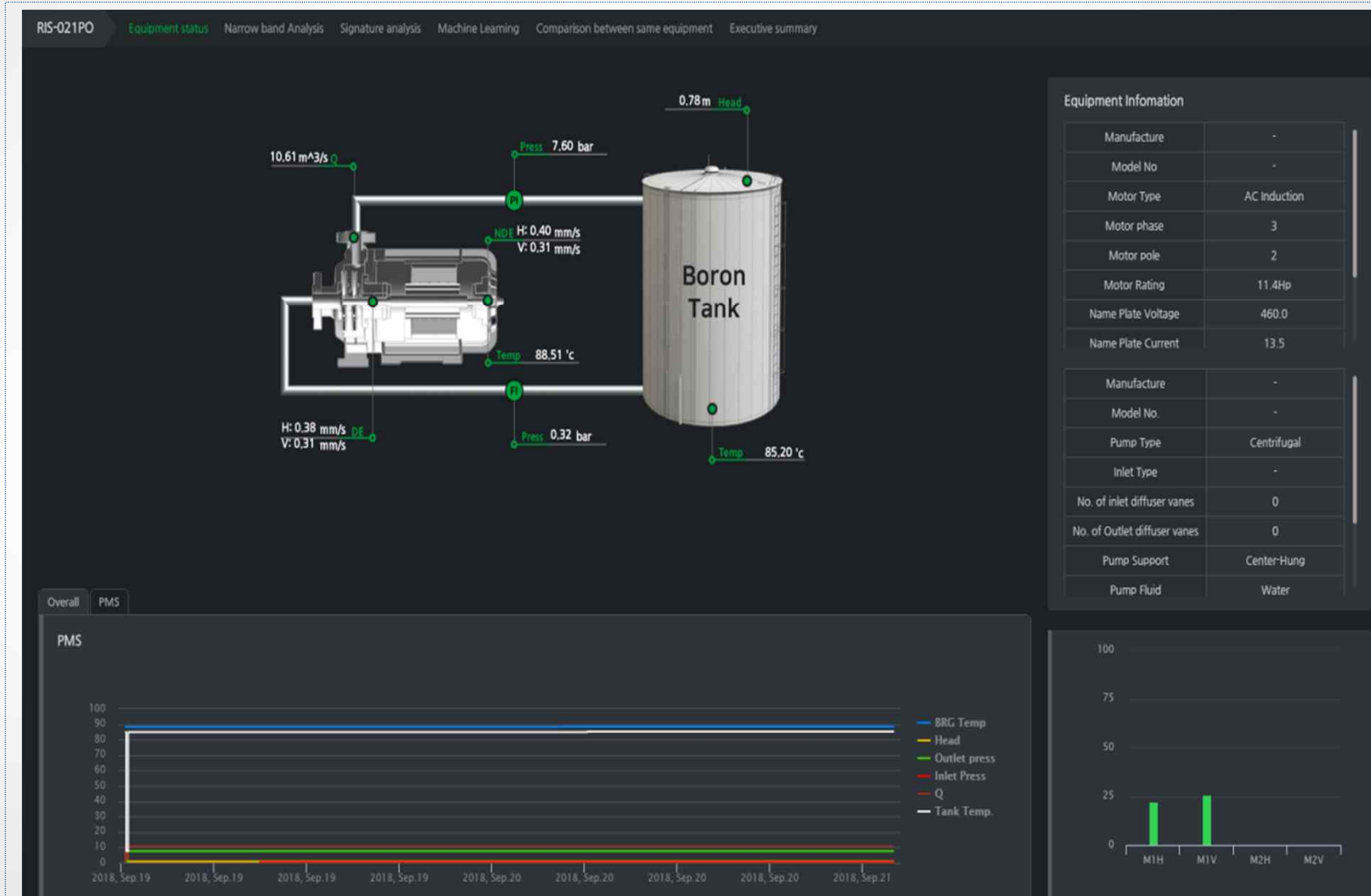
- 진단 데이터의 네트워크 연결을 통한 비교/전문분석 기반 구축 [빅데이터]
- 자동 예측진단 도구를 적용하여 진단 수준을 제고 [머신러닝]
- 진단결과를 3D로 구현하여 활용도 향상 [가상현실]



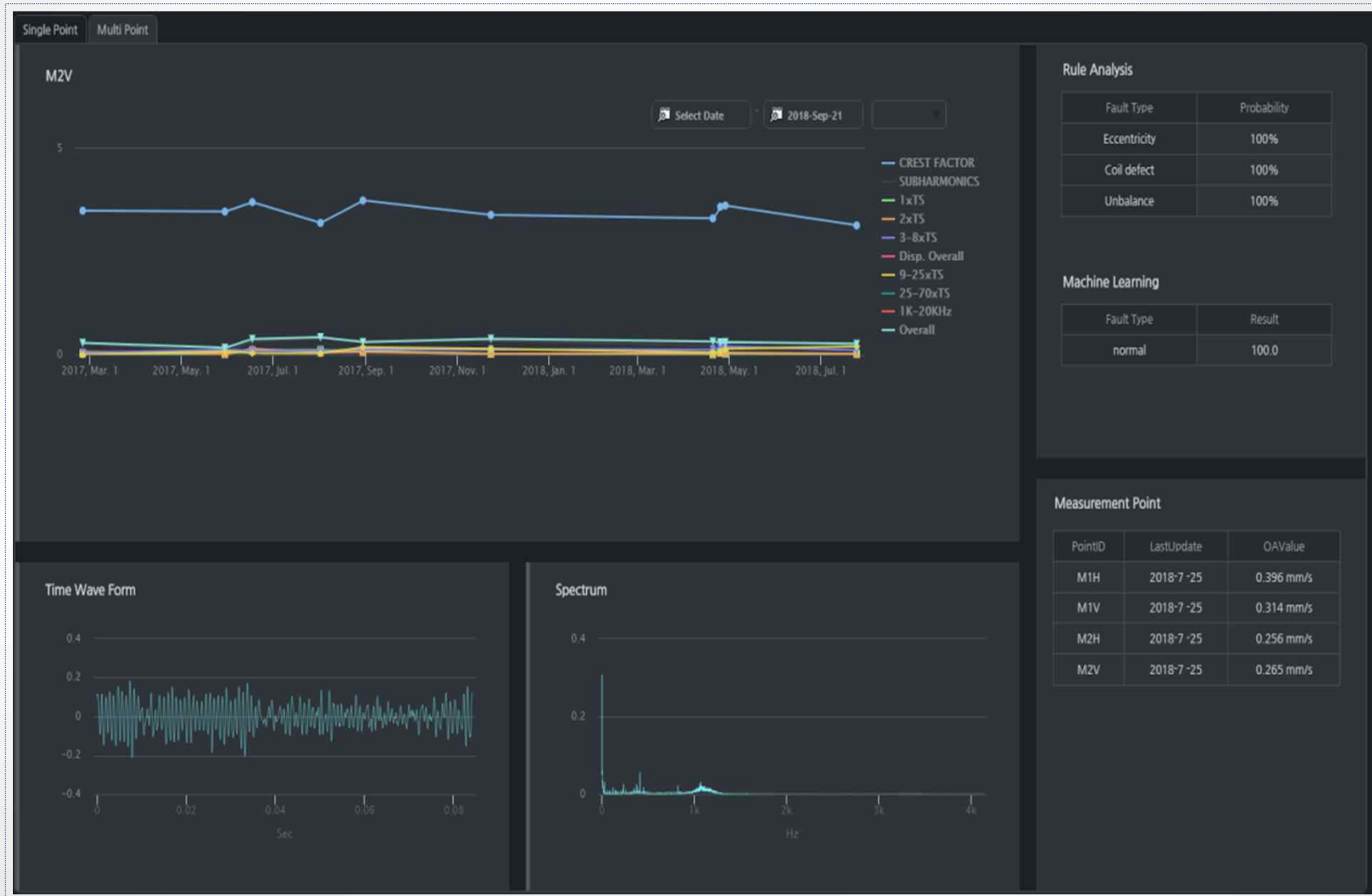
IV. 저진동펌프 예측정비 프로그램 개발현황



IV. 저진동펌프 예측정비 프로그램 개발현황

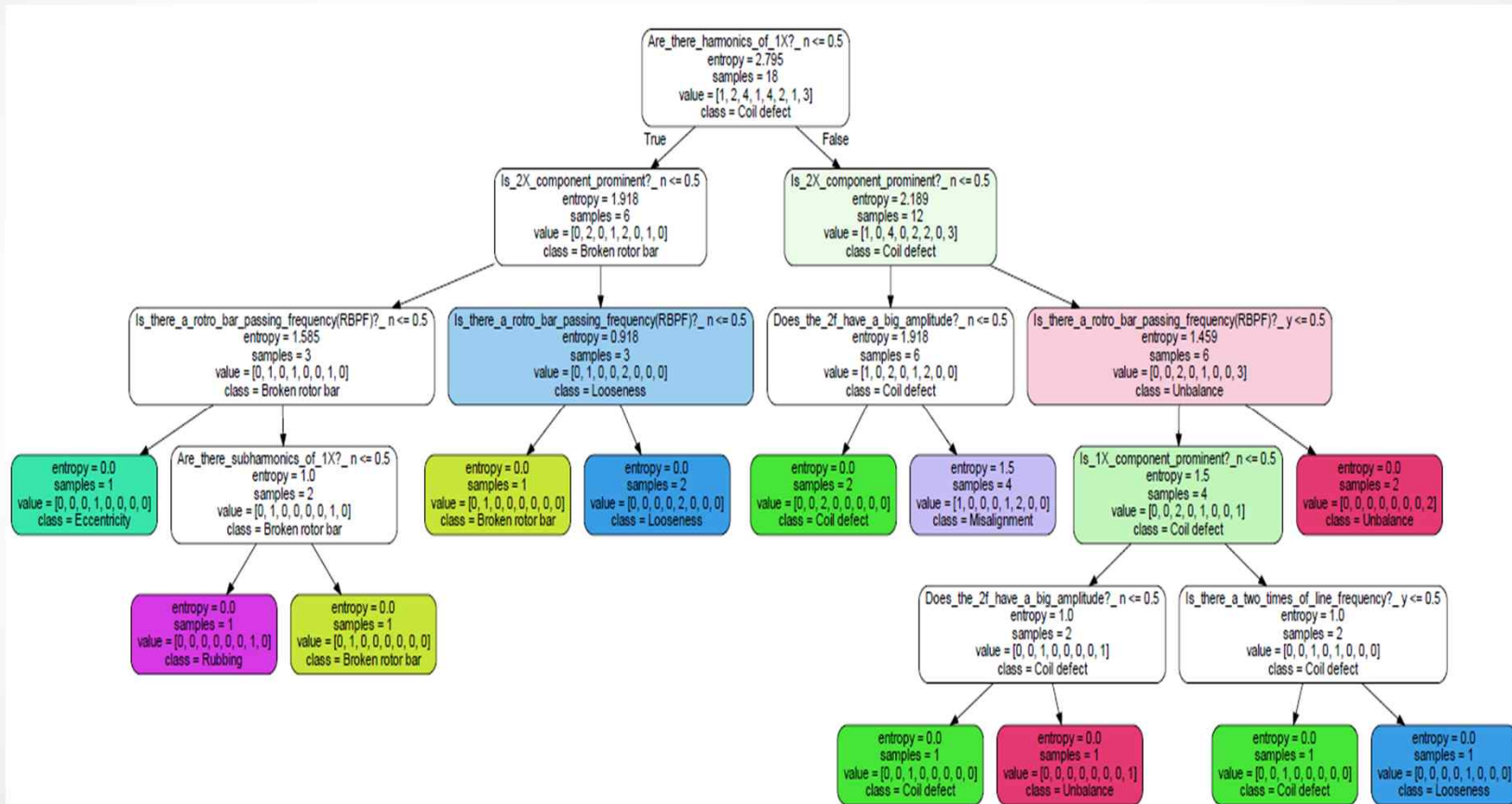


IV. 저진동펌프 예측정비 프로그램 개발현황

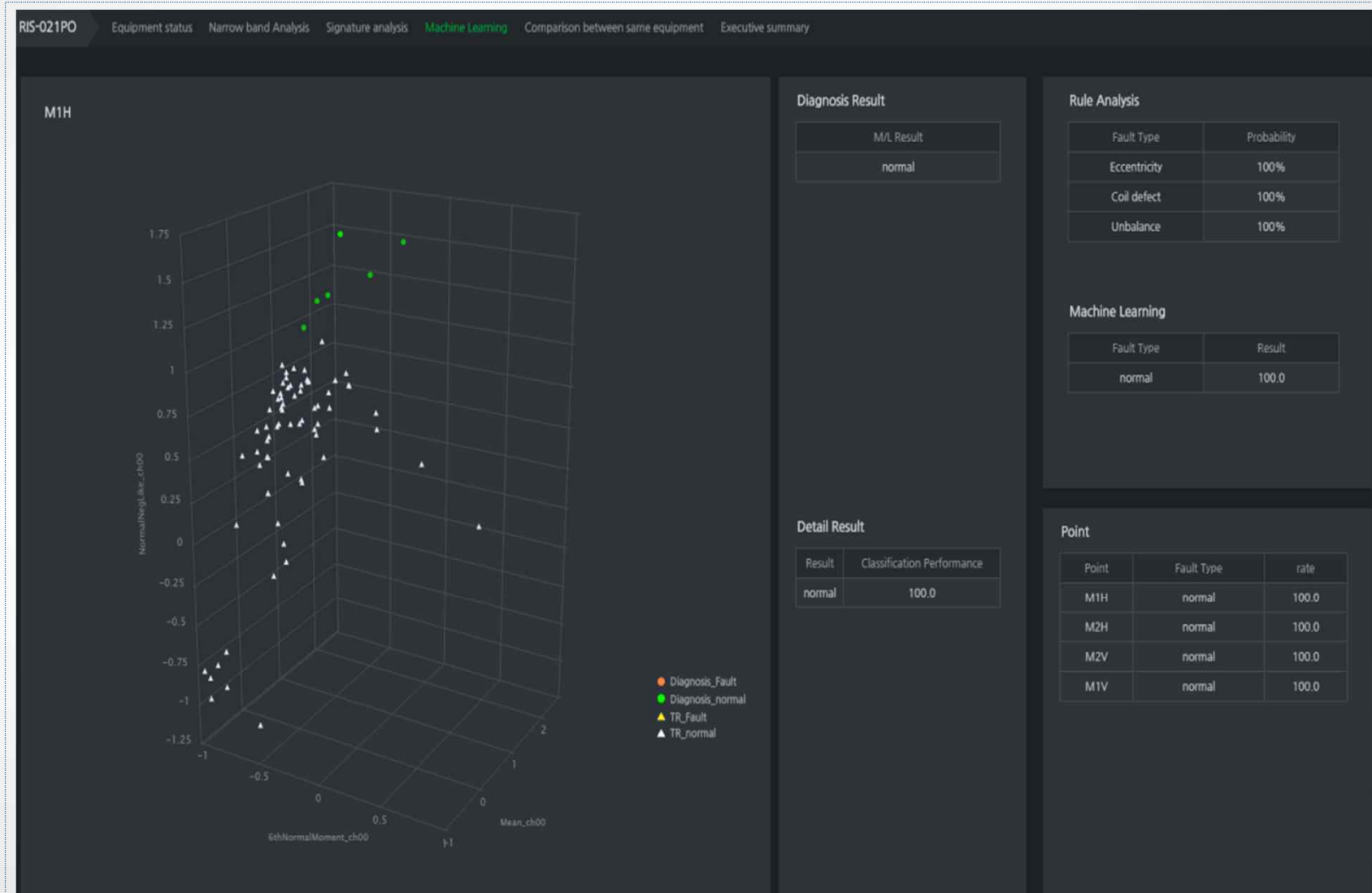


IV. 저진동펌프 예측정비 프로그램 개발현황

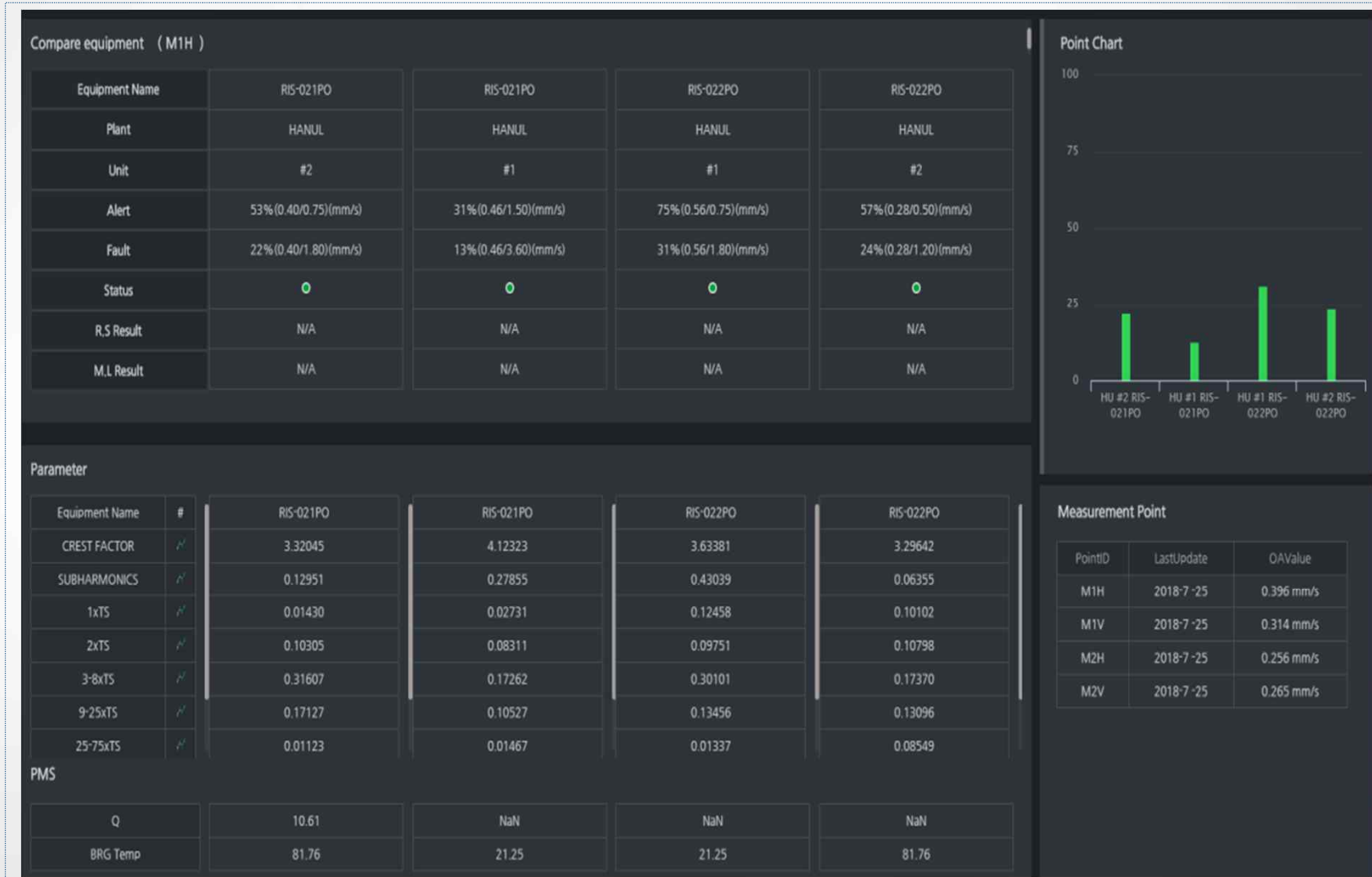
Signature Analysis(특성분석)를 위한 Decision Tree 예시



IV. 저진동펌프 예측정비 프로그램 개발현황

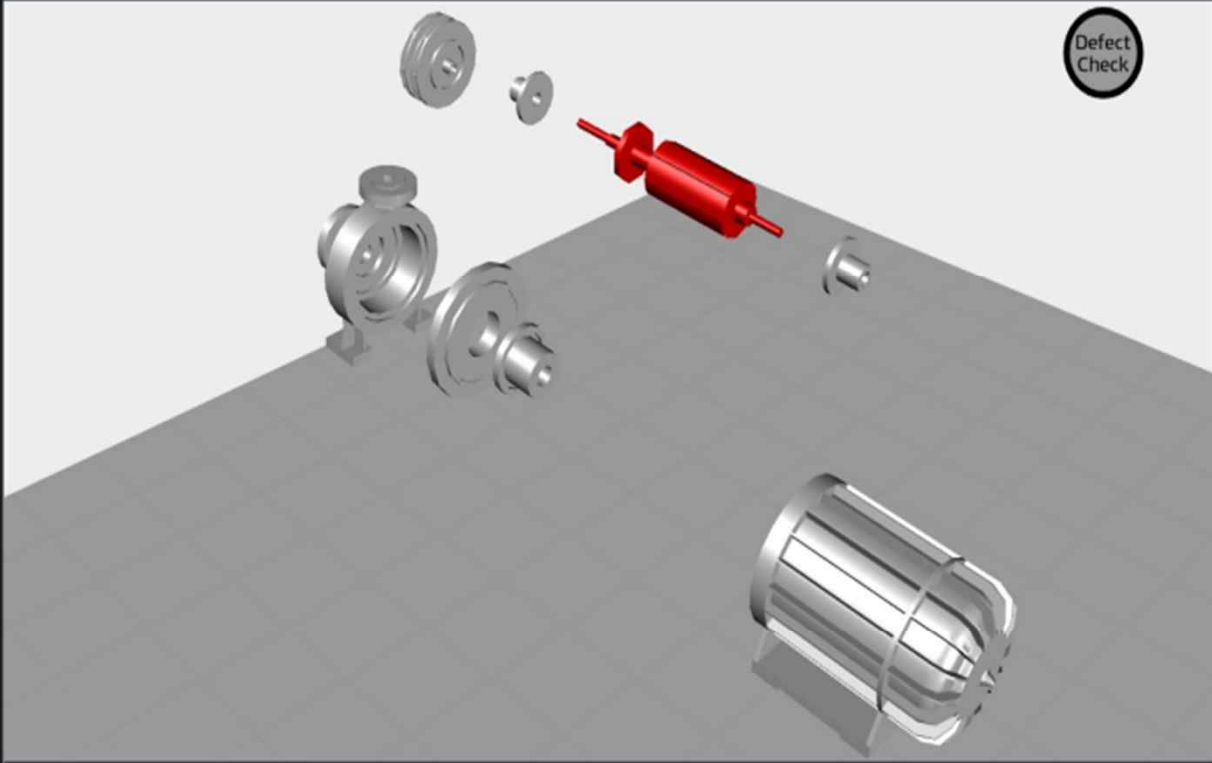


IV. 저진동펌프 예측정비 프로그램 개발현황



IV. 저진동펌프 예측정비 프로그램 개발현황

RIS-021PO
Equipment status
Narrow band Analysis
Signature analysis
Machine Learning
Comparison between same equipment
Executive summary



Rule Analysis

Fault Type	Probability
Eccentricity	100%
Coil defect	100%

Machine Learning

Fault Type	Result
N/A	N/A

Result

Fault Type	Result
Q Change Rate	0%
BRIG Temp Change Rate	0.00%
BS alarm	normal

Detailed view of Status

Equip. Alarm Status	Auto Diagnosis Status	M/L	R/S	Defect
Normal	unacknowledge	normal(100)	Unbalance(100%)	Rotor

Equipment Information

Manufacture	-
Model No	-
Motor Type	AC Induction
Motor phase	3

Manufacture	-
Model No.	-
Pump Type	Centrifugal
Inlet Type	-

V. 향후 계획

- 전 원전 확대적용을 위한 연구과제 추진('19.01)
- 대상설비별 설비특성, 현장여건 등 세부조사('19.06)
- 자동예측진단 시스템 연계 및 운영('22.06)
- 정주기시험 절차서에 저 진동펌프 관련사항 반영('22.06)

예측진단기술그룹은 발전소 현장을 최우선으로 생각합니다.
우리는 원전 안전성과 함께 합니다.



Q

과도한 질문은.
감사합니다.

A

성실히 답변 하겠습니다.
단, 아는 질문에만요.