

# 평판 정전 방식 센서의 전압 식 (8.6) 유도 과정

## 1 기본 변수 정의

평판형 정전 용량 센서에서 각 변수는 다음과 같이 정의됩니다.

- $x_0$ : 평판 사이의 초기 간격 (변위가 0일 때)
- $x$ : 중앙판이 아래로 이동한 변위
- $\varepsilon$ : 전극 사이 매질의 유전율
- $A$ : 전극의 유효 면적
- $C_0$ : 초기 정전용량,  $C_0 = \frac{\varepsilon A}{x_0}$

## 2 정전용량의 변화 (식 8.5)

중앙판이 아래로  $x$ 만큼 이동하면, 상판과의 거리는  $x_0 + x$ 가 되고 하판과의 거리는  $x_0 - x$ 가 됩니다. 따라서 각각의 정전용량  $C_1, C_2$ 는 다음과 같습니다.

$$C_1 = \frac{\varepsilon A}{x_0 + x}, \quad C_2 = \frac{\varepsilon A}{x_0 - x} \quad (1)$$

## 3 출력 전압 $V_{out}$ 의 유도 (식 8.6)

출력 전압의 진폭은 초기 정전용량 대비 변화량의 비율에 비례합니다. 식 (8.6)의 주요 항인 정전용량의 변화율을 유도해 보겠습니다.

### 3.1 정전용량 변화율 계산

상판 쪽 정전용량  $C_1$ 의 초기 상태( $C_0$ ) 대비 변화율은 다음과 같이 계산됩니다.

$$\text{변화율} = \frac{C_1 - C_0}{C_0} = \frac{C_1}{C_0} - 1 \quad (2)$$

여기에  $C_1$ 과  $C_0$ 의 정의를 대입하면:

$$\frac{C_1}{C_0} - 1 = \frac{\frac{\varepsilon A}{x_0 + x}}{\frac{\varepsilon A}{x_0}} - 1 \quad (3)$$

$$= \frac{x_0}{x_0 + x} - 1 \quad (4)$$

분모를  $x_0 + x$ 로 통분하여 정리하면:

$$\frac{x_0 - (x_0 + x)}{x_0 + x} = -\frac{x}{x_0 + x} \quad (5)$$

### 3.2 최종 식 구성

실제 센서 시스템에서는 초기 불균형(Offset)에 의한 항  $\frac{\Delta C_0}{C_0}$ 이 존재할 수 있습니다. 이를 고려하여 입력 전압  $V_0$ 를 곱해주면 최종적인 출력 전압 진폭  $V_{out}$ 은 다음과 같이 정의됩니다.

$$V_{out} = V_0 \left( -\frac{x}{x_0 + x} + \frac{\Delta C_0}{C_0} \right) \quad (6)$$

## 4 결론

유도된 식을 통해 변위  $x$ 가 커질수록 출력 전압이 변화함을 알 수 있습니다. 특히  $x \ll x_0$ 인 경우, 식은 변위  $x$ 에 대해 선형적인 관계를 가지게 됩니다.