

휘트스톤 브리지 기반 R/F 컨버터 정리

1 기본 구조

- 센서 저항: $R_x = R + \Delta R$
- 브리지: 4개의 저항으로 구성, 하나는 센서
- 출력: 브리지 불평형 전압 \rightarrow 오퍼앰프 \rightarrow 발진기로 전달
- 발진기: 타이밍 저항 R_T , 커패시터 C , 오퍼앰프 U_1, U_2, U_3 로 구성

2 브리지 출력 전압

왼쪽 노드 전압:

$$V_L = \frac{R}{R+R}V_{in} = \frac{1}{2}V_{in}$$

오른쪽 노드 전압:

$$V_R = \frac{R + \Delta R}{2R + \Delta R}V_{in}$$

브리지 출력 전압:

$$V_{bridge} = V_L - V_R = \frac{1}{2}V_{in} - \frac{R + \Delta R}{2R + \Delta R}V_{in}$$

작은 ΔR 에 대해 1차 근사:

$$V_{bridge} \approx \frac{\Delta R}{4R}V_{in}$$

3 발진기 기본 주파수

브리지 평형 시 ($\Delta R = 0$):

$$V_0 = \frac{1}{2}V_{in}$$

발진기 주파수는 입력 전압에 비례:

$$f = k \cdot V_{bridge_input}$$

따라서 기본 주파수:

$$f_0 = k \cdot V_0$$

4 불평형 시 주파수 변화

센서 변화량 ΔR 에 따른 주파수 변화:

$$f = f_0 + k \cdot V_{bridge}$$

근사식 대입:

$$\Delta f = k \cdot \frac{\Delta R}{4R} V_{in}$$

여기서 $f_0 = k \cdot \frac{1}{2} V_{in}$ 이므로:

$$\Delta f = \frac{\Delta R}{2R} f_0$$

5 핵심 요약

- 브리지 평형 시: $f = f_0$
- 센서 저항 변화 $\Delta R \rightarrow$ 브리지 출력 전압 변화 \rightarrow 발진 주파수 변화
- 결과적으로 센서의 저항 변화가 **선형적으로 주파수 변화로 변환됨**