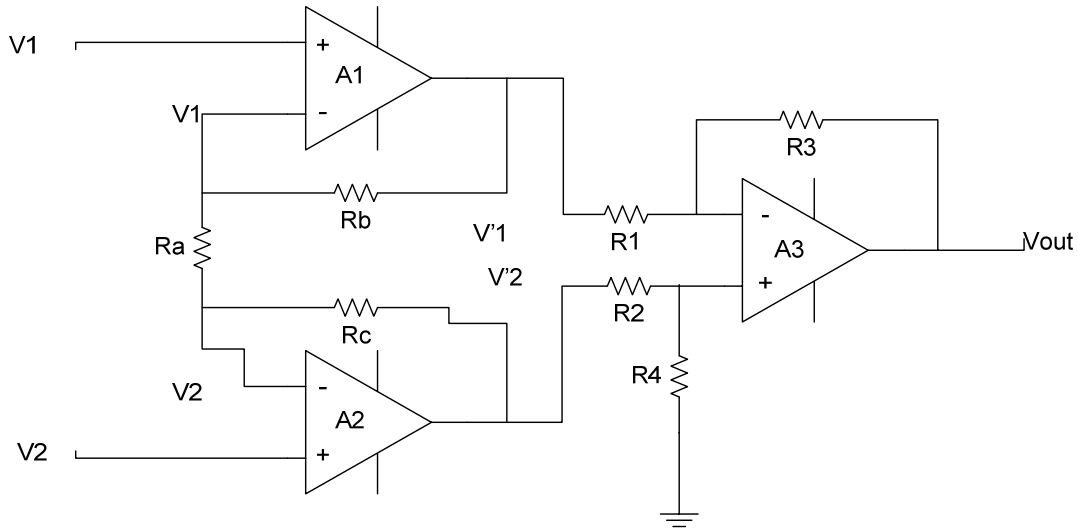
تقویت کننده ابزار دقیق Instrumentation Amplifier

در بسیاری از مبدل‌ها[1] سیگنال ضعیف تولید شده با یک سیگنال مد مشترک[2] قوی ترکیب می‌شود به همین علت استفاده از OpAmpهای معمول چندان مناسب به نظر نمی‌رسد. اندازه گیری سیگنال با استفاده از یک تقویت کننده تک قطبی[3] باعث تقویت سیگنال مشترک و سیگنال مبدل به شکل همزمان می‌شود. با بکارگیری تقویت کننده دیفرانسیلی، CMRR موجب کاهش اثر سیگنال مد مشترک می‌شود. تقویت کننده‌های ابزار دقیق، یک تقویت کننده دیفرانسیلی با پهنای باند وسیع، امپدانس ورودی بالا، دارای بهره پایدار و قابل تنظیم، قابلیت حذف مد مشترک بالا، انحراف[4] خواص ورودی پایین و امپدانس خروجی پایین هستند. از آنها برای تقویت سیگنال اندازه گیری شده توسط ترموکوپل‌ها، کرنش سنج‌ها، شنت‌های جریان و پراب‌های بیولوژیکی استفاده می‌شود.

در شکل زیر یک تقویت کنده ابزار دقیق متشکل از سه تقویت کننده عملیاتی نشان داده شده است.



[1] Transducer

[2] Common mode Signal

[3] Single-ended

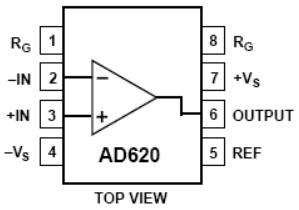
[4] Drift

معادلات حاکم به قرار زیر می‌باشد.

$$V_1' - R_b.i = V_1$$
$$V_2 - R_c.i = V_2'$$
$$V_1 - V_2 = R_a.i$$
$$R_1.R_3 = R_2.R_4$$
$$V_{out} = (V_1 - V_2).\frac{R_3}{R_a.R_1}.(R_a + R_b + R_c)$$

یکی از پرکاربردترین تقویت کننده های ابزار دقیق AD620 می‌باشد که در زیر توضیح مختصری در مورد آن ارائه شده است.

تقویت کننده AD620 یک قطعه نسبتاً ازران قیمت با دقت بالاست که دارای بهره قابل تنظیم و بالایی می باشد. این IC دارای ۸ پایه با توان مصرفی بسیار پایین است. با اتصال یک مقاومت خارجی بین پایه های ۱ و ۸، می توان بهره آن را بین 1000~1 تنظیم نمود.



تقویت کننده AD620 نیز مانند آپ امپ LM741 دارای ولتاژ تغذیه مثبت و منفی می باشد. تغذیه این IC می تواند بین ۲/۳ تا ۱۸ ولت باشد. پایه های شماره ۴ و ۷ به ترتیب تغذیه مثبت و منفی هستند. تقویت کننده مذکور اختلاف ولتاژ بین پایه های ورودی ۲ و ۳ را با توجه به بهره تعیین شده تقویت نموده و روی پایه ۶ به عنوان ولتاژ خروجی خواهد داد. پایه ۵ (REF) مشخص کننده ولتاژ مرجع است. این پایه ولتاژ خروجی صفر را تعیین می کند. معادله زیر، رابطه بین مقاومتی که بین پایه های ۱ و ۸ قرار می گیرد و بهره ی تقویت کننده را بیان می کند. با قرار دادن یک پتانسیومتر، می‌توان بهره تقویت کننده را به صورت پیوسته تغییر داد.

$$R_G = \frac{49.4K\Omega}{G-1}$$

Table II. Required Values of Gain Resistors

1% Std Table Value of R_G, Ω	Calculated Gain	0.1% Std Table Value of R_G, Ω	Calculated Gain
49.9 k	1.990	49.3 k	2.002
12.4 k	4.984	12.4 k	4.984
5.49 k	9.998	5.49 k	9.998
2.61 k	19.93	2.61 k	19.93
1.00 k	50.40	1.01 k	49.91
499	100.0	499	100.0
249	199.4	249	199.4
100	495.0	98.8	501.0
49.9	991.0	49.3	1,003

برخی از کاربردهای رایج این تقویت کننده به قرار زیر می‌باشد.

شکل ساده شده AD620 :

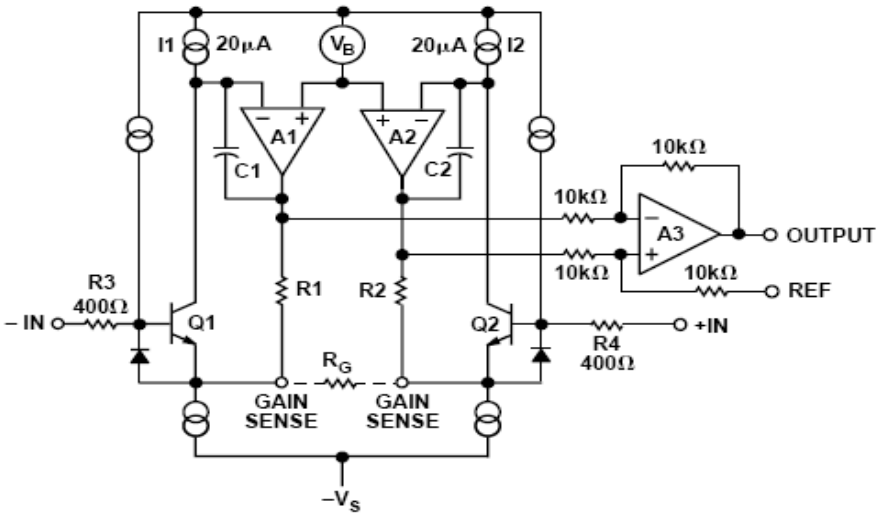


Figure 33. Simplified Schematic of AD620

مدار نمایش ECG :

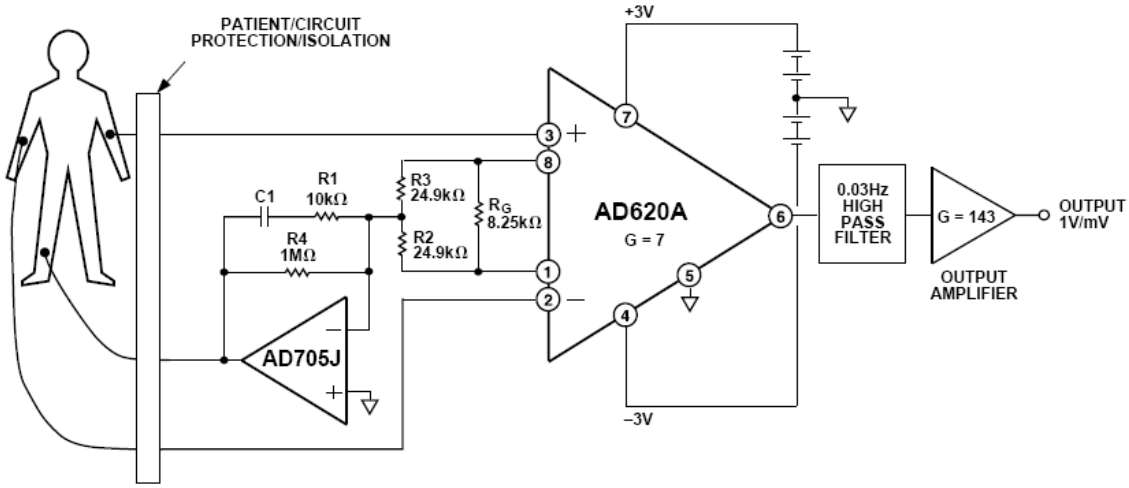


Figure 36. A Medical ECG Monitor Circuit

مبدل ولتاژ به جریان :

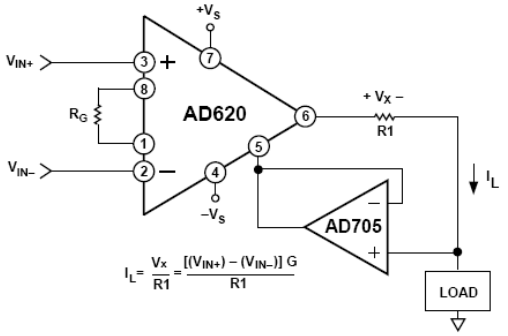


Figure 37. Precision Voltage-to-Current Converter (Operates on 1.8 mA, ±3 V)

مدار نمایش فشار :

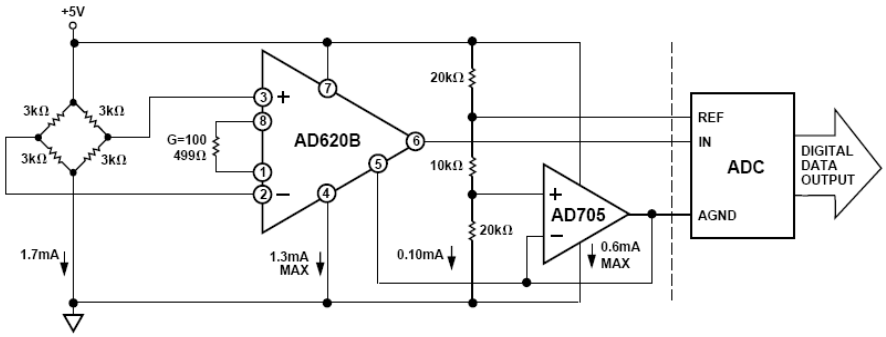


Figure 35. A Pressure Monitor Circuit which Operates on a +5 V Single Supply

مدار تست زمان ته‌نشینی :

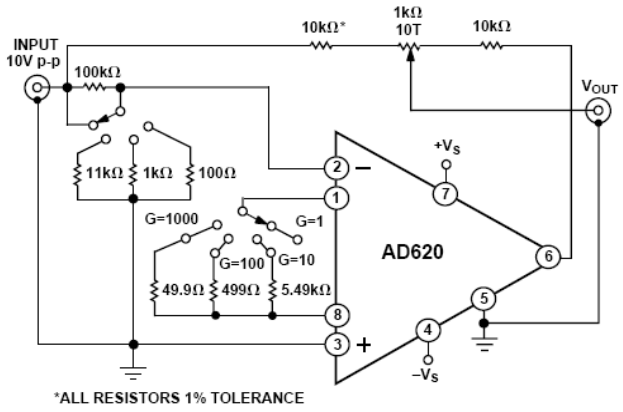


Figure 32. Settling Time Test Circuit

منابع :

- Instrument Technology, Instrumentation Systems, B.E. Noltingk, 1985
- Analog Devices, AD620 Datasheet
- تئوری و عملی ابزار دقیق، محمد طلوع خراسانیان، ۱۳۸۲