اندازه گیری دمای یك لیزر یاقوتی

ابراهیم واحدیان دانشیار ومدیره‌گروه فیزیک ـ

دانشکده علم‌وصنعت ایـــران

چکیده :

فرکانس نور یک‌لیزر یاقوتی با دما تغییر میکند. برای اندازه‌گیری وثابت نگهداشتن دمـای یک لیزر یاقوتی آرایش الکترونیکی بااستفاده از عناصر نیمه‌هادی ،تقویت کننده عملیاتی ویـک ترموکوپل‌طرح‌وساخت شده‌است که درضمن بکمک یک الکترووان دبی ازت سردکننده لیزر را نیزکنترل می کند.

مشخصات فنی :

شکل(۱)آرایش‌الکترونیک‌دستگاه رانشان میدهد. ترموکوپل‌بکاررفته‌ازنوع «Chromel—P—Alumel» است که مستقیماً به بدنه نگهدارنده لیزر یاقوتی متصل‌است. دو ترانزیستور T_1 و T_2 قسمت اختلاف راتشکیل میدهنـدو تنظیم‌آنهابکمک‌پتانسیو متر P انجام میگیرد. اختلاف‌ولتاژ T_1 و T_2 بکمک‌یک تقویت کننده عملیاتی تقویت میشود. ـ خروجی تقویت کننده عملیاتی به الکترووان متصل است که دبی‌ازت سردکننده لیزر یاقوتی راکنترل میکند .

محاسبات :

فرض میکنیم که‌ترانزیستورهایT_1وT_2یکسان‌هستند بدین معنی که$\alpha_1=\alpha_2=\alpha$و$V_{BE1}=V_{BE2}=V_{BE}$ است میتوان نوشت :

$$R_1 I_1+V_{BE}+2R_4 I_e-V=O \qquad (۱)$$

ازطرف دیگر

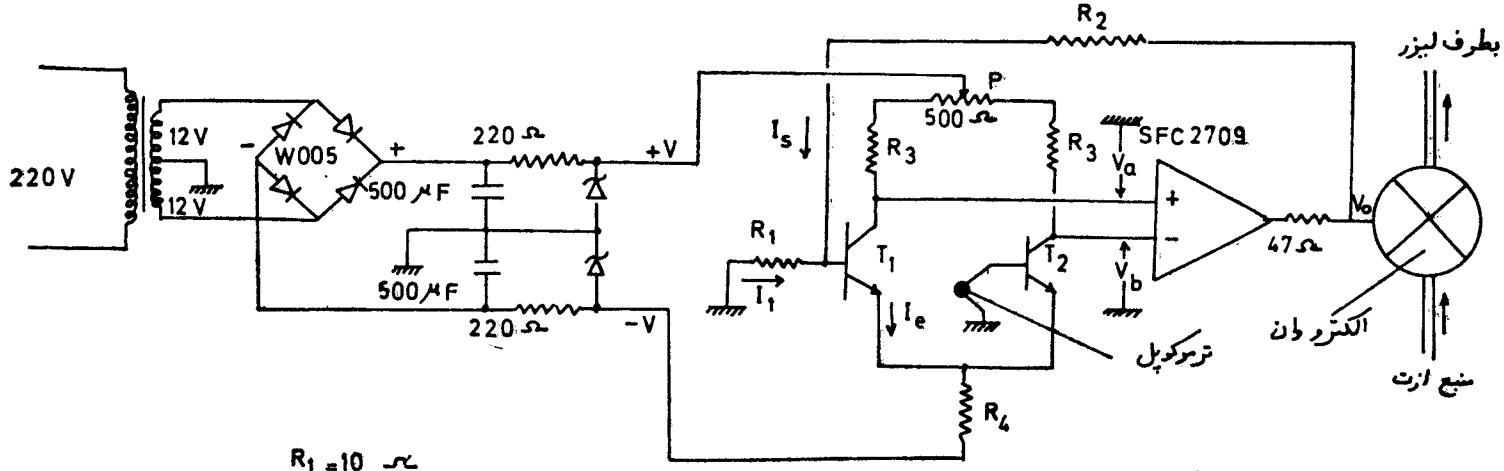
$$I_1=(1-\alpha)I_e-I_s$$

باجایگزینی مقدار I_1 در رابطه(۱) خواهیم‌داشت :

$$R_1\left[(1-\alpha)I_e-I_s\right]+V_{BE}+2R_4 I_e-V=O \qquad (۲)$$

در مدار بسته دیگر میتوان نوشت:

$$-2V+R_3 I_e+V_{CE}+2R_4 I_e=O \qquad (۳)$$



شکل (۱)

آرایش الکترونیک برای اندازه گیری دمای یک لیزر یاقوتی

از روابط (۲) و(۳) میتوان نتیجه‌گرفت :

$$R_1\left[(1-\alpha)I_e-I_s\right]\times V_{BE}+V-R_3I_e-V_{CE}=O \qquad (٤)$$

یا

$$-V+R_3I_e+R_1\left[(1-\alpha)I_e-I_s\right]=O \qquad (٥)$$

باحذف عبارت $R_1[(1-\alpha)I_e-I_s]$ بین روابط (٤)و(٥) خواهیم داشت:

$$2R_3I_e+V_{BE}-2V+V_{CE}=O$$

از آنجا :

$$R_3=\frac{2V+V_{BE}-V_{CE}}{2I_e}$$

باجایگزینی مقدار R_3 در رابطه (۳) خواهیم داشت:

$$R_4=\frac{2V-R_3I_e-V_{CE}}{2I_e}$$

برای ترانزیستورهای T_1 و T_2 نقطه‌کار $V_{CE}=4V$ و $I_C=3mA$ انتخاب‌شده‌است‌باتوجه به $R_1=10\Omega$و$I_C\simeq I_e$ (در حدود ارزش مقاومت ترموکوپل) خواهیم داشت :

$$R_3=4K$$

$$R_4=2K$$

برای محاسبه بهره تقویت‌کننده عملیاتی میتوان نوشت:

$$V_o=A_{vd}(V_a-V_b)$$

اما

$$V_b=\frac{V_oR_1}{R_1+R_2}$$

پس

$$V_o=A_{vd}\left(V_a-\frac{V_oR_1}{R_1+R_2}\right)$$

$$V_o=\frac{A_{vd}\cdot V_a}{1+\frac{A_{vd}R_1}{R_1+R_2}}\simeq\frac{A_{vd}\cdot V_a}{A_{vd}\cdot\frac{R_1}{R_1+R_2}}$$

یا

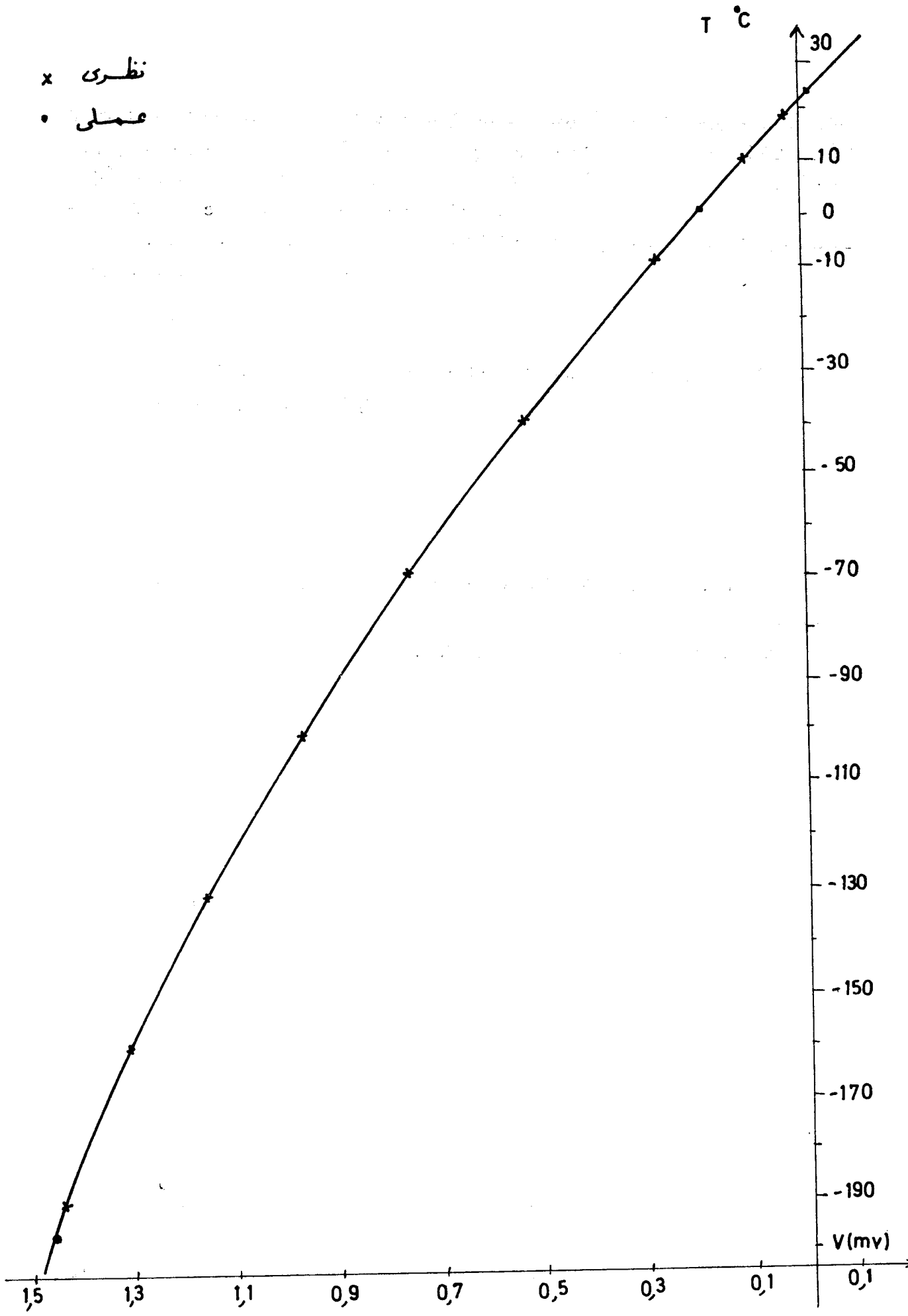
$$\frac{V_o}{V_a}=1+\frac{R_2}{R_1}$$

با $R_1=10\Omega$ و $R_2=2/2K\Omega$ خواهیم داشت :

$$\frac{V_o}{V_a}=220$$

بایداری صفر و تنظیم دستگاه :

ترانزیستورهای T_1 و T_1 (شکل ۱) انحراف زیادی‌برای‌تنظیم صفر دستگاه‌ایجاد میکنندبرای قابل صرفنظرکردن



شکل (۲)

منحنی ترموکوپل "chromel P alumel"

این انحراف هردو ترانزیستور را باچسب آرالدیت بهم چسبانده‌ایم تنظیم صفردستگاه در دمای معمولی اطاق انجام‌گرفته است. برای سه‌دمای مختلف (ازت مایع ۷۷°K،مخلوط‌آب ویخ ۲۷۳°K ودمای محیط ۲۹۶°K)ولتاژ خروجی V_o را اندازه گرفته وباارزش دماهای داده شده در «Handbook of Chemistry and Physics»برای ترموکوپل «Chromel – P – Alumel» صفحه ۲۲۰۸ معمولی کرده‌ایم.

شکل (۲) منحنی بدست آمده را نشان میدهد. بااندازه‌گیری ولتاژ خروجی تقویت‌کننده عملیاتی، بااستفاده از منحنی شکل(۲) ،میتوان دمای یاقوت را بدست‌آورد .

نتیجه

بکمک دستگاه ساخته شده ضمن اندازه‌گیری دمای لیزر یاقوتی (برای ثابت نگهداشتن فرکانس نور لیزر) دبی ازت سردکننده نیز بوسیله یک الکترووان کنترل می‌شود .

منابع

1 — J. C. Marchais, L'Amplificateur Operationnel et ses Applications, Masson et cie, Paris 1974

2 — B. Grabowski, Cours Polycopiés D. E. A. Electronique