

سنجش غلظت مایعات بروش نوری

محمد باقر معتمدی نژاد
گروه مهندسی برق
دانشگاه آزاد اسلامی واحد علی آباد کتول
m_motamedi2004@yahoo.com

علی بخشی
گروه مهندسی برق
دانشگاه آزاد اسلامی واحد علی آباد کتول
ab_power2002@yahoo.com

چکیده: اندازه گیری غلظت مایعات در صنایع مختلف، بخصوص صنایع غذایی همچون صنایع تولید قند، رب، آب میوه و غیره بسیار ضروری می باشد. عمل سنجش در بخشهای مختلف فرایند تولید مورد نیاز است. بنابراین سیستمی مورد نیاز است که بتواند در کمترین زمان ممکن اطلاعات را پردازش نماید و میزان غلظت را اندازه گیری نموده و در اختیار واحد کنترل قرار دهد. روش انتخابی ما برای سنجش غلظت شربت قند استفاده از اشعه مادون قرمز است. بطور کلی می توانیم آزمایش را به دو قسمت، واحد نوری و واحد پردازش سیگنال تقسیم نمود. در واحد نوری از المانهای موجود استفاده شده است که همان دیوهای نور گسیل در طیف مادون قرمز می باشند. نور حاصل را از درون ماده مینا که آب می باشد و نیز مایع تحت آزمایش (شربت قند) عبور داده و نور خروجی را دریافت کرده و با پردازش مناسب میزان غلظت قند بدست می آید.

کلمات کلیدی: غلظت، بریکس، جذب نور، انعکاس نفوذی، آشکار ساز سنکرون، تقویت کننده قفل شونده.

1- مقدمه

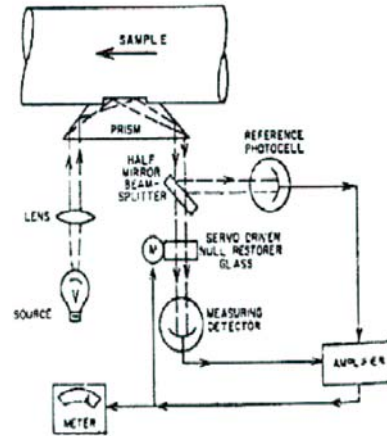
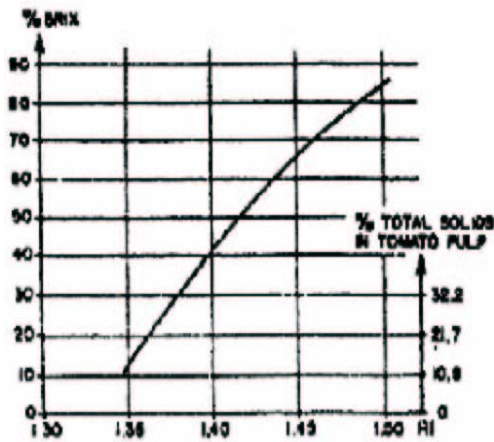
جهت سنجش غلظت مایعات روشهای متعددی وجود دارند که از آن میان می توان به روشهای زیر اشاره نمود:

[1] و [2]:

- 1- جابجایی و شناور جابجا شونده.
- 2- هیدرو متری.
- 3- صوتی و مافوق صوت.
- 4- هیدروستاتیک.
- 5- تشعشعی.
- 6- لرزشهای مکانیکی.
- 7- سنجش وزن حجم ثابت.
- 8- نوری.

واحد غلظت در صنایع قند درصد بریکس می باشد و بنا بر تعریف عبارتست از میزان وزن شکر موجود در 100 گرم از محلول. لازم به ذکر است که این واحد در دمای « $17/5^{\circ}\text{C}$ » تعریف می گردد. روش نوری که در صنعت بکار می رود بر اساس شکست نور عبوری از نمونه می باشد. در این روش از تغییر ضریب شکست با غلظت محلول استفاده می شود. نخست زاویه بحرانی را بدست آورده و از آنجا با توجه به شکل

(1) ضریب شکست محلول را می یابند. پس از آن با استفاده از منحنی شکل (2) میزان غلظت را بدست می آورند. همانطوریکه مشاهده می گردد منحنی فوق برای غلظتهای 10 تا 70 درصد تقریباً خطی است. [2]



شکل 2: رابطه غلظت با ضریب شکست [2]

شکل 1: بلوک دیاگرام سنجش غلظت بر روش زاویه بحرانی [1]

در این روش نیاز به منشور از جنس سفایر یا اسپینل است [1]. چون این منشورها در داخل کشور ساخته نمی شود و هزینه ارزی آن بسیار زیاد است لذا روش دیگری پیشنهاد گردید. در این روش شدت نور عبوری از محلول اندازه گیری می شود.

2- قوانین جذب و انعکاس

در این قسمت قوانین حاکم بر سیستمهای نوری بر اساس اشعه عبوری توضیح داده می شود.

2-1- قانون بی-یر-لمبرت

این قانون به این صورت بیان می شود که هرگاه نور تک رنگی با شدت I_{in} به جسم نازکی با ضخامت L و ثابت جذب K برخورد کند شدت نور عبوری I_{out} عبارتست از [3] و [4]:

$$I_{out} = I_{in} \exp(-KL) \quad (1)$$

که در این رابطه ثابت جذب K بصورت حاصلضرب قدرت جذب a و غلظت ماده جذب c بیان می شود. حال در صورتیکه مقادیر I_{in} و I_{out} معلوم باشد براحتی می توان میزان جذب را محاسبه کرد.

$$\text{میزان جذب} = A = \ln\left(\frac{I_{in}}{I_{out}}\right) \quad (2)$$

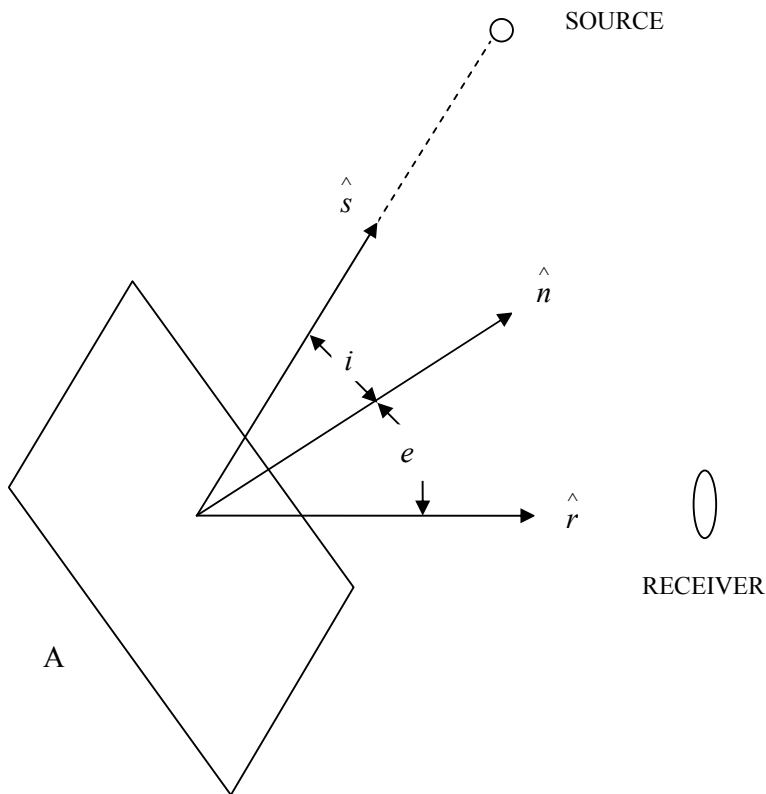
2-2- قانون کابلکا-مانک

وقتی اشعه ای بر روی یک ماده برخورد کند دو نوع انعکاس رخ می دهد: انعکاس آینه ای و انعکاس نفوذی.

انعکاس آینه ای همان است که در سطوح صاف رخ می دهد. در حالیکه در سطوح ناهموار انعکاس نفوذی بیشتر از انعکاس آینه ای است. با توجه به شکل (3) پرتویی که از منبع نور تابیده می شود با شدت I و تحت زاویه i نسبت به بردار نرمال، به سطح ثابت می کند. در صورتیکه شدت نور منعکس شده R و زاویه ای که با بردار نرمال می سازد e باشد:

$$R = \frac{I\rho}{\pi} \cos(e)\cos(i) \quad (3)$$

که ρ قدرت انعکاس سطح می باشد [5].



شکل 3: نمای هندسی انعکاس نفوذی

در انعکاس نفوذی اشعه ای که از داخل ماده عبور می کند قبل از اینکه از طرف دیگر خارج شود با درجات مختلف انعکاس، انکسار و جذب می یابد. کابلک و مانک تئوری قابل قبولی ارائه داده اند و با تعریف $F(R_\infty)$ ، که تابعی از قدرت انعکاس R_∞ یک لایه ضخیم است، رابطه ای بر حسب R_∞ ، ضریب جذب K ، و ضریب پراکندگی S بدست آورده اند:

$$F(R_\infty) = \frac{(1-R_\infty)^2}{2R_\infty} = \frac{K}{S}, K = 2.303a.c \quad (4)$$

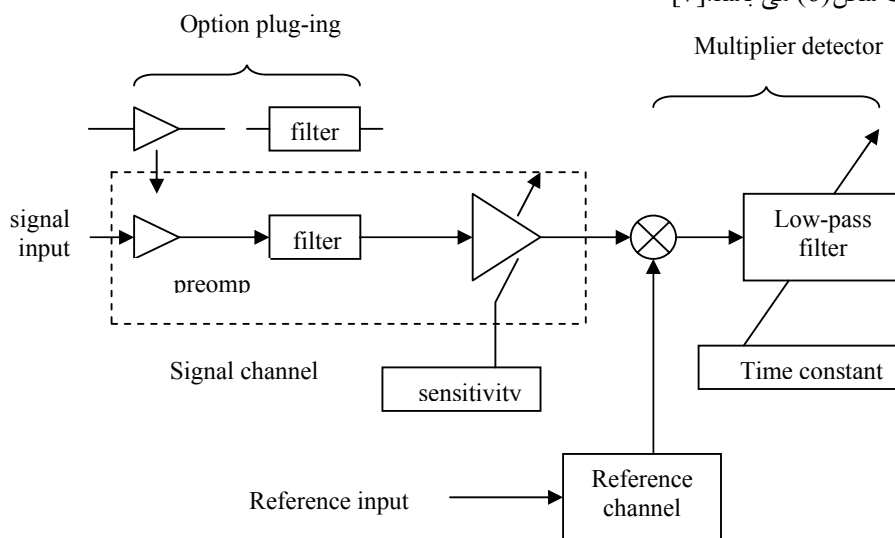
$$F(R_\infty) = \frac{2.303a.c}{S} = K'C \quad (5)$$

بدین ترتیب غلظت ماده جاذب C بدست می آید.

3- طراحی سیستم

با توجه به قوانین مذکور روش انتخابی بر اساس قانون بی-یر-لمبرت است. در این سیستم با توجه به هزینه و امکانات موجود از دیودهای مادون قرمز بعنوان سیستم نوری استفاده کرده ایم. در این روش نور را از دو محیط آب خالص و محلول قند عبور می دهیم. می دانیم مبنای غلظت آب خالص را در نظر می گیرند. لذا سنجش را بر اساس مقایسه بین نور عبوری از دو محیط قرار داده ایم (شکل 4). نور عبوری از ظرف آب را بعنوان مبنا و نور عبوری از محلول قند را بعنوان پرتو جذب شونده در نظر می گیریم.

پس از پیش تقویت کننده (P.A.)، واحد تقویت کننده قفل شونده قرار دارد. جهت کاهش نویز باید پهناهای باند پایه را کاست ولی این امر با استفاده از فیلترها به دلیل محدودیتهایی که از نظر ساخت دارند همیشه میسر نیست. مثلا اگر فرکانس کار به عللی تغییر کند باید فرکانس مرکزی فیلتر نیز تغییر نماید و چون از لحاظ عملی ساخت چنین فیلتری بسیار مشکل است لذا فکر استفاده از تقویت کننده قفل شونده مطرح می گردد. ساختار کلی این واحد بصورت شکل (6) می باشد. [7]



شکل 6: ساختار اصلی یک تقویت کننده قفل شونده

از عوامل کاهش حساسیت سیستمهای قفل شونده، نویز واحد ضرب کننده است که برای جلوگیری از آن احتیاج به تقویت سیگنال مورد نظر است. اساس کار شبیه کار آشکارسازهای سنکرون بر پایه ضرب کننده ایده ال استوار است و این بدان معنی است که ضرب کننده مورد نظر باید در هر سطح از سیگنال و نویز ورودی، وظیفه خود را بدقت انجام دهد. جهت افزایش محدوده دینامیکی ضرب کننده های واقعی از ضرب کننده های سوئیچینگ با نام آشکارساز حساس فاز استفاده شده است. (شکل (7))

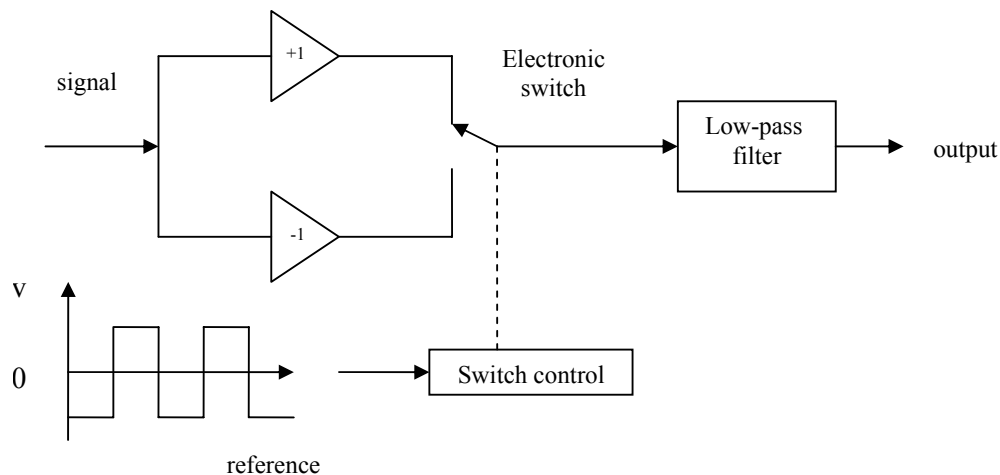
تقویت کننده ابزاری بدلیل داشتن امپدانس ورودی تفاضلی زیاد و CMRR خیلی بالا در سیستمهای اندازه گیری دقیق مورد استفاده قرار می گیرند. در اینجا چون سیگنال خروجی تقویت کننده قفل شونده نسبت به سیگنال تفاضلی دارای ولتاژ مشترک بزرگی است لازم است در خروجی آنها از یک تقویت کننده ابزاری استفاده شود که با استفاده از چهار تقویت کننده عملیاتی ساخته شده است. [8]

در نهایت خروجی به A/D منتقل می گردد تا اطلاعات دیجیتال حاصل گردد. جهت تعیین غلظت از جدول داده ها استفاده شده است.

با توجه به مقدمه ذکر شده مقدار بریکس برای دمای « $17/5^{\circ}\text{C}$ » تعریف می گردد. لذا ضروری است که دمای محلول تعیین گردد. به ازای هر 1°C اختلاف دما غلظت $0/1\%$ در واحد بریکس تغییر می کند. سیگنال حاصل از سنسور دما را تقویت نموده و به یکی از کانالهای A/D متصل می کنیم و نهایتاً پس از پردازش و تعیین دما، غلظت را اصلاح می کنیم.

4- نتیجه

در این مقاله روشی برای سنجش غلظت مایعات ارائه شد. در این روش براساس قانون بی-یر-لمبرت از اندازه گیری نور مادون قرمز خروجی از محیطهای محلول قند و آب استفاده کرده و پس از تفاضل دقیق آنها با واحد تقویت کننده ابزاری و تبدیل مقدار تفاضل به اطلاعات دیجیتال، توسط واحد میکرو کنترل مقدار غلظت را با روش جدول داده ها بدست می آوریم و پس از اصلاح ناشی از اختلاف دما آنرا روی LCD نمایش می دهیم.



5- مراجع

- [1]: Analytical Instrumentation .R.E.Sherman , Editer .L.J.Rhodes , Associate Editer.ISA 1996
- [2]: Analytical Instrumentation , B.G.Liptak.ISA 1996.
- [3]: Benson, I.B., " Industrial Applications of Near Infrared Reflectance for the Measurement of Moisture," Measurement & Control , Vol,22,PP.45-46,1989
- [4]: Edger, R.F., Hindle, P.H., " Infrared Absorption Gauging,"SPIE,Vol.665,PP.101-109,1986.
- [5]: Freund , G.A. Dikey, F.M" Automated Optical Instrument for Extracting Water Droplet Impingement Data from Wind Tunnel Experiment, "SPIE,Vol.818,PP.148-151,1987.
- [6]: Infrared Detectors, HAMA MATSU Ca
- [7]: Meade,M.L., "Lock-in Amplifiers: Principles and Applications," Peter Peregrinus,1983
- [8]: Kennedy , E.J., " Operational Amplifier Circuits , "Holt, Rinehart and Winston, 1988.