

FILL LEVEL MANAGEMENT METHODS ON BOTTLE FILLING LINES

Tomáš KOPECKÝ, Master Degree Programme (5)
Dept. of Control and Instrumentation, FEEC, BUT
E-mail: tomgi@email.cz

Supervised by Dr. Ludvík Bejček

ABSTRACT

The paper describes current methods of fill level management on filling lines in breweries and soft drink production factories. First shows typical methods, then some innovations, and finally new microwave method.

1 ÚVOD

Úkolem této práce bylo zmapovat metody kontroly naplněnosti láhví na plnicích linkách v pivovarech a sodovkárnách a pokusit se o inovaci nebo modifikaci některé z nich, za cílem zvýšení přesnosti a spolehlivosti kontrolního zařízení a snížení pořizovací ceny. Po podrobné analýze byla zvolena modifikovaná vf metoda, jejíž princip byl ověřen.

2 SOUČASNÝ STAV

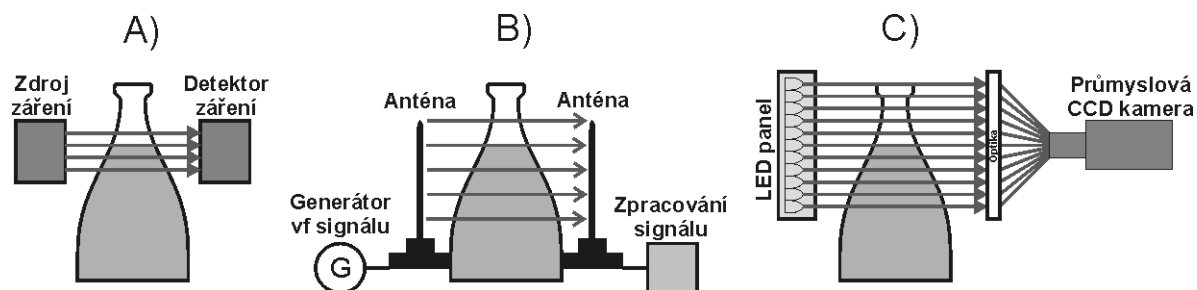
Kontrola naplněnosti je spojena s lahvárenskými plnicími linkami již dlouhou dobu. Postupně se vyvinulo několik metod, které můžeme považovat za **klasické**. S příchodem nových technologií byly tyto metody postupně modifikovány a zdokonalovány. Vznikly pochopitelně i metody nové. Souhrnně je můžeme nazvat **moderními metodami**.

2.1 KLASICKÉ METODY

Jako jedna z historicky prvních metod je **vážicí metoda**. Protože byla finančně nákladná, nepřilíš spolehlivá a dosahovalo se s ní malých výkonů, vznikl požadavek na vytvoření autonomního kontrolního zařízení. Plnění nápoje jsou citlivé na vnější podmínky a proto je z hygienického důvodu nutné naplněnou láhev co nejdříve uzavřít. Toto omezení vyloučilo kontaktní metody. Vývoj tak definoval dva základní směry, které si následně určili rozsah své působnosti a v mnoha případech se staly vzájemně nezaměnitelné. Jedná se o vysokofrekvenční **vf metodu** a **metodu s ionizačním zářením**. Obě využívají interakci elektromagnetického vlnění s látkou. Možné schéma úloh ukazuje Obr. 1 A) a B).

2.2 MODERNÍ METODY

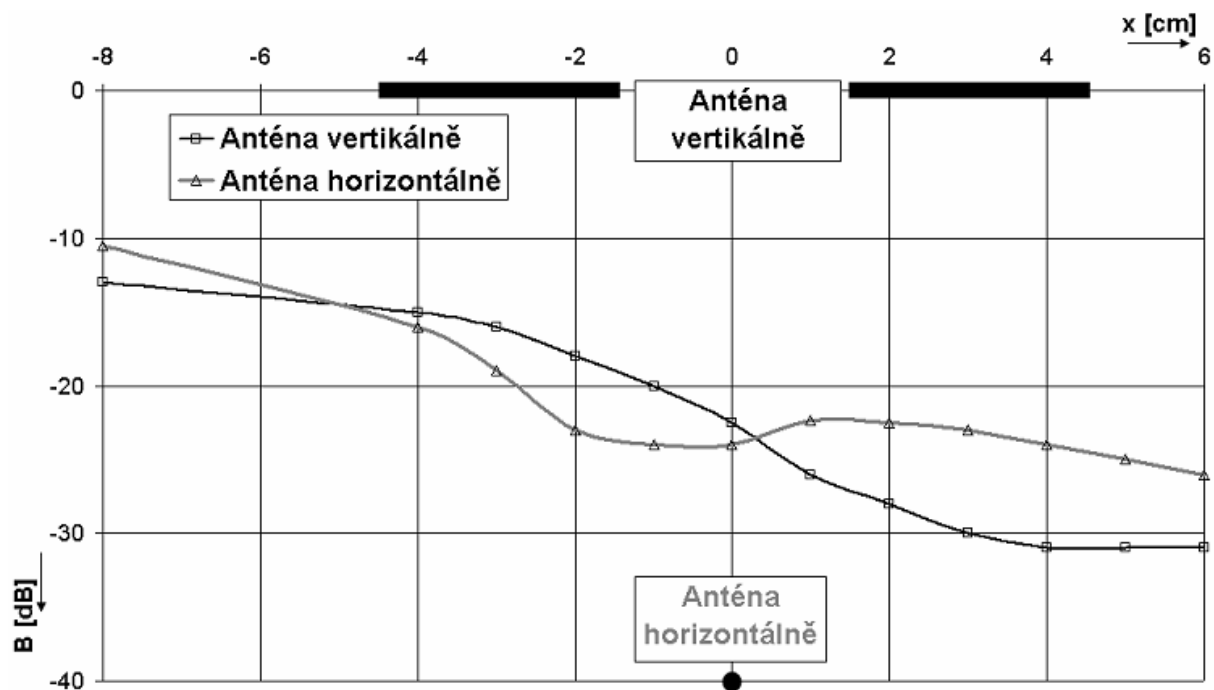
Díky vývoji nových technologií, zejména v oblasti polovodičů, došlo k některým významným inovacím měřicích zařízení. Vysoké nároky na kvalitu finálních výrobků donutili obor kontroly naplněnosti k posunu směrem ke komplexní inspekci. Netestuje se tak pouze výška hladiny, ale i přítomnost správně nasazeného uzávěru nebo přítomnost nežádoucích předmětů ad. V případě metody s ionizačním zářením došlo k výrazným změnám jak na straně zdroje záření, tak na straně detektorů. Stále častěji je gama záření nahrazováno zářením rentgenovým. Pro kontrolu naplněnosti se nejčastěji využívá gama záření a nejrůznější scintilační detektory. Často se však používají i jiné, technologicky starší detektory. V případě inspekce se využívá rentgenového záření a fotodiodových polí LDA (Linear Diode Array). S rozvojem CCD technologií začalo do průmyslu pronikat počítačové vidění. Výrazným způsobem se dotklo i systémů kontroly naplněnosti. Dá se říci, že průmyslové kamerové systémy vytlačili všechny ostatní metody do pozadí. Tyto systémy jsou chápány jako inspektory. Kamerová kontrolní zařízení jsou často předražená a ne vždy profesionálně vyrobená. Měřicí schéma kamerového systému je naznačeno na Obr. 1. C).



Obr. 1: Schematické uspořádání úloh; A) metoda s ionizačním zářením, B) vf metoda, C) kamerový systém

3 MODIFIKOVANÁ VYSOKOFREKVENČNÍ METODA

Všechny výše uvedené metody mají řadu výhod, ale i nevýhod. Nezávažnější komplikací zařízení pro kontrolu naplněnosti je pěna na povrchu nápoje, anebo v horším případě pěna promíchaná s vlastním nápojem. Tato situace je bohužel velmi častá zejména v pivovarech. Klasická vf metoda ani kamerové systémy nejsou schopné eliminovat tento rušivý vliv, proto jsou měřicí zařízení založené na těchto metodách umísťovány dostatečně daleko od plnicího zařízení, kde již pěna zkondenzuje. Naproti tomu metoda s ionizačním zářením dokáže pěnu jako rušivý element eliminovat, anebo v lepším případě s ní dokáže počítat. Z tohoto popudu vznikla snaha o vytvoření takové metody, která bude schopná počítat s pěnou, provést kontrolu naplněnosti v neprůhledných láhvích a navíc bude schopná finančně konkurovat metodám stávajícím. Po zvážení ostatních použitelných fyzikálních principů jsem došel k závěru, že by bylo vhodné modifikovat vysokofrekvenční metodu tak, aby splnila alespoň některé kladené požadavky. Využil jsem proto známého principu mikrovlnného ohřevu a vlastností měřicích aparatur na mikrovlnných kmitočtech, zejména pak velmi dobrého směřování vysílaného signálu. Vytvořil jsem měřicí úlohu vycházející z vf metody, jak ukazuje Obr. 1. B) a ověřil jsem závislost útlumu intenzity vlnění o frekvenci 2,45 GHz na výšce hladiny v láhvi. Následující Obr. 2 ukazuje závislost útlumu intenzity vlnění mezi dvěma čtvrtvlnnými dipóly v závislosti na výšce hladiny v odměrném válci.



Obr. 2: Závislost útlumu intenzity vlnění B na výšce hladiny vody x v osměrném válci

Z výše uvedeného grafu je patrná výrazná nelinearita měřené závislosti. Je proto nutné zvolit vhodný pracovní bod a potřebný rozsah měření. Při experimentech byl zjištěn silnější útlum ve vertikálním uspořádání antén (přibližně **-40 dB**) oproti horizontálnímu uspořádání (přibližně **-20 dB**). Měření probíhala se skleněnou láhví úplně naplněnou vodou. Zvolíme pracovní bod tak, aby byl střed antén ve výšce požadované hladiny ve vertikálním uspořádání. Pracovní oblast je zde přibližně pět centimetrů široká. Závislost zde lze považovat za lineární. Metoda je tedy aplikovatelná a splňuje prvky zadání.

V současnosti se zabývám optimalizací měřicí aparatury. Mou snahou je nahradit stávající anténní systém dvojicí vlnovodů. Provádím experimenty s vlnovody s otevřeným ústím a s vlnovody zakončenými trychtýřovou aperturou. Jako zdroj vlnění slouží magnetron. Detektor vlnění je realizován hrotovou diodou. Na základě měření lze konstatovat, že modifikovaná vysokofrekvenční metoda je schopná kontroly naplněnosti. Díky směrování vysílaného vlnění lze měřicí aparaturu zkalibrovat tak, aby eliminovala negativní vliv pěny na hladině nápoje. Hlavní nevýhodou metody je neschopnost měření v plechovkách (kovy jsou pro mikrovlnné elektromagnetické vlnění reflexní). Měření je prováděno jak na plastových, tak na skleněných láhvích. Metoda je funkční v obou případech. Na rozdíl od kamerových systémů nerozeznává průhledné a neprůhledné láhve, proto nachází mnohem širší uplatnění. Použití vlnění na mikrovlnné frekvenci není v žádném případě tak komplikované jako ionizační záření. Tato metoda výrazně konkuruje současným využívaným principům a ani zdaleka se nepřibližuje jejich finanční náročnosti.

PODĚKOVÁNÍ

Tento projekt vznikl za podpory firmy **CHEOPS spol. s. r.o.**