

CONTRIBUTIONS AU LANGAGE DE PROGRAMMATION LABVIEW POUR OPTIMISER LES PROCESSUS DE CONTROLE DE LA QUALITE DANS L'INDUSTRIE ALIMENTAIRE

Silviu Gabriel STROE

L'Universite „Ştefan cel Mare” Suceava

E-mail: silvius@usv.ro

Résumé:

Le but de cet article est de pointer quelques aspects pratiques dans le domaine de l'automatisation dans l'industrie alimentaire utilisant le langage graphique LabVIEW™ pour dérouler les processus dans des conditions optimales, sans avoir des événements indésirables avec des conséquences sur la qualité finale des produits alimentaires.

Abstract:

The aim of this article is to put into evidence some practical aspects within the automatization field in food industry using the graphic language LabVIEW™ in order to carry out the processes in optimum conditions, thus avoiding the unexpected events that may have consequences on the final quality of food products.

Rezumat:

Scopul acestui articol este de a puncta câteva aspecte practice, din domeniul automatizărilor din industria alimentară folosind limbajul grafic LabVIEW™, pentru desfășurarea proceselor în condiții optime, fără evenimente nedorite cu urmări asupra calității finale a produselor alimentare.

Introduction

Aujourd'hui, par la notion de *qualité* on entend la totalité des traits et des caractéristiques du produit qui se basent sur son habilité de satisfaire certaines demandes (Dalms, V). Le contrôle des matières premières et des produits intermédiaires est un component essentiel du processus de production des aliments qui, utilisé systématiquement et avec des méthodes adéquates, donne la possibilité aux producteurs de fabriquer des biens de qualité constante à partir des matières premières de qualité variable. La qualité du produit fini, définie aujourd'hui comme „degré d'excellence” doit confirmer au producteur si les mesures technologiques, techniques et d'hygiène adoptées lors de la fabrication du produit ont été adéquates, afin que celui-ci présente les caractéristiques physico-chimiques et sensorielles typiques pour le sortiment et constantes en temps (Ban, 01).

Même dès années '80, tant lors des recherches scientifiques que dans les procès technologiques industriels, un milieu de programmation graphique qui puisse assurer le monitoring des multitudes de phénomènes physiques et chimiques d'une façon plus flexible que d'autres programmes qui existaient à cette heure là a fait senti sa présence et importance (Pro, 06). Ce milieu de développement graphique est LabVIEW™ (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) et grâce au grand degré d'automatisation et d'interconnexion, il a donne la possibilité aux hommes de science et aux ingénieurs sans une grande expérience préalable de l'utiliser lors de l'automatisation des systèmes de mesurage et de contrôle.

Les langages graphiques sont parus à partir de l'idée que l'esprit humain peut capturer et retenir plus facilement les images (Rah, 98). Les algorithmes et les concepts abstraits représentés d'une manière visuelle permettent à l'utilisateur d'exprimer les idées d'une façon compréhensible. Le développement du langage de programmation graphique LabVIEW a été motivé par la nécessité de réaliser des instruments flexibles à base de circuits d'interface spécifiques et d'éléments de programmation graphique basée sur un modèle de flux de données à des structures graphiques du type schémas logiques.

Par l'intermédiaire du LabVIEW™ on a remplacé la partie d'instruments physiques avec des instruments virtuels qui ont une partie de hardware – principalement un convecteur analogique digital

– et une partie de software qui permet la configuration de l'instrument d'après les nécessités de l'utilisateur. L'instrument virtuel représente un instrument de contrôle basé sur les possibilités de l'ordinateur de stocker, transformer et présenter les données. En accord avec ce qui a été présenté, il résulte qu'il faut des équipements spéciaux de mesure attachés à l'ordinateur au port serial/parallèle ou l'ordinateur doit être équipé avec des drivers et des équipements de mesure.

Les avantages de l'utilisation des instruments virtuels sont:

- le temps relativement réduit de familiarisation pour apprendre le langage de programmation;
- les coûts d'acquisition des appareils et leur entretien se réduisent beaucoup par l'utilisation d'une plaque multifonctionnelle d'acquisition de données et d'un soft spécialisé qui remplacent une multitude d'autres instruments physiques de mesure
- ils occupent peu d'espace, ils étant stockés dans la mémoire interne de l'ordinateur;
- flexibilité maximale en ce qui concerne la configuration des instruments par la création des éléments de commande ou indicateurs;
- l'interface graphique est très attractive pour les utilisateurs;
- ils permettent le travail en réseau, avec plusieurs ordinateurs, tant dans les réseaux locaux que par Internet.

La communication entre le signal de mesure et l'ordinateur a lieu par [Uli, 04]:

- interface serial RS 232 / 422 / 485;
- interface de magistrale GPIB / IEE 488 / IEC 625;
- magistrale locale ISA / EISA de 16/32 bites;
- magistrale locale PCI de 32/64 bites.

Les instruments virtuels représentent le saut des équipements conventionnels de mesure, respectivement des appareils/systèmes de mesure définis par le producteur à ceux définis par l'utilisateur.

La chaîne de mesure est formée par un système d'acquisition de données SAD [Sze, 97] qui est formé de traducteurs, conditionneurs de signal, des plaques d'acquisition de données, le software et l'ordinateur.

Les plaques d'acquisition de données constituent un domaine interdisciplinaire qui implique l'utilisation de moyens et de techniques de mesure, des senseurs et des traducteurs, de l'électronique analogique (digitale, interfaces de communication, ordinateurs). Les principaux paramètres qui décrivent les performances d'une plaque d'acquisition sont: le nombre de canaux d'entrée analogique, le nombre de canaux d'entrée/sortie analogique, le taux maximal d'échantillonnage, la résolution et l'intervalle de mesure.

Le schéma bloc d'une plaque d'acquisition de données [Uli, 04] est présenté dans le figure 1.

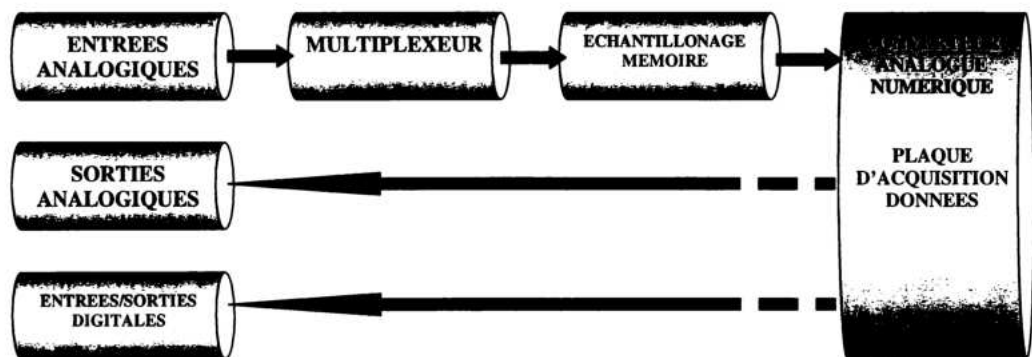


Fig. 1. Le schéma bloc d'une plaque d'acquisition de données.

Tenant compte de tous ces bénéfices emmenés aux activités de recherche et industrielles, il n'y a eu qu'une réaction normale d'implémenter ces méthodes modernes de travail et dans l'industrie agro-

alimentaire où on sait que la sensibilité des phénomènes physiques et chimiques est très grande, avec des conséquences majeures sur la qualité des produits finis.

Dans ce travail on a essayé de faire un passage en revue des applications spécifiques à l'industrie alimentaire et aussi des testes dans le cadre de certaines stations pilot, stations qui sont des unités de fabrication à petite échelle de différents produits ou où on teste les nouveaux équipements (ex.: les senseurs) ou de nouveaux processus technologique (ex.: les fermentations, les maturations).

Le modelage du processus de cuisson des produits de panification à l'aide du langage LabVIEW

Objectif. L'analyse du comportement des produits de panification comme le pain lors du processus de cuisson [Pro, 06].

Méthode. L'utilisation d'un four équipé et monitorisé à l'aide du programme LabVIEW™.

La cuisson: est l'opération par laquelle la pâte est transformée en produit fini. Cela se réalise avec de l'apport d'énergie thermique dans les fours spéciaux nommés des fours de panification [Ban, 02].

L'obtention du produit fini a lieu grâce à un complexe de processus qui se produisent dans le morceau de pâte mise à cuire dont la direction et l'intensité sont influencées par le processus de chauffage.

La modification de l'humidité pendant la cuisson. Elle est le résultat de l'échange d'humidité de celui-ci avec le milieu de la chambre de cuisson et du déplacement intérieur de l'humidité.

Ces transformations dépendent de la nature de la pâte et des conditions pratiques de cuisson [Ban, 99]. Les dimensions finales du produit, la hauteur et la couleur de la croûte dépendent surtout du degré d'humidité à l'intérieur du four. La température est, bien sur un paramètre très important, elle caractérisent, par exemple, la dimension des alvéoles de la mie [Bor, 00].

Avant d'étudier en détail ces phénomènes, pour le pain et pour les autres aliments soumis au cuisson, un four avec une construction spéciale peut être mis en pratique. Premièrement on a besoin d'un ordinateur pour cueillir les données sur les phénomènes qui se produisent dans le four, celui-ci enregistrant et affichant toutes les mesures. A l'intérieur du four, le plus près possible de la pâte, on va installer des senseurs de température et d'humidité qui vont transmettre les données cueillies par une plaque d'acquisition de données à l'ordinateur. LabVIEW™ a été choisi pour surveiller complètement le processus de cuisson du pain grâce à une interférence avec l'utilisateur et à sa capacité de dialoguer avec tous les automatisations et les appareils de mesure.

Un four est équipé avec des résistances électriques dans la partie supérieure, sur les parties latérales et sur la partie opposée au trou d'accès (figure 2). Ce chauffage, associé avec une ventilation propice, reproduisent approximativement fidèlement les conditions techniques d'un four traditionnel ou d'un four tunnel. Un système de mesure automatique du poids de la pâte suit en permanence le degré d'évaporation de l'eau. Ce système de mesure peut être réalisé par la suspension du foyer à l'aide d'une tige horizontale qui traverse le four par la partie inférieure et est soutenue par une balance électronique de grande fidélité.

En ce qui concerne le pourcentage d'humidité du four, un générateur de vapeurs permet le réglage du débit et la durée de l'action, un tube thermostat faisant la liaison entre le four et un senseur.

En ce qui concerne la température à l'intérieur, un thermocouple avec une résolution très bonne est introduit directement dans la pâte de pain. En plus, trois thermocouples disposés symétriquement permettent le réglage de la température ambiante dans le four.

Un appareil photo digital est fixé devant l'entrée du four pour suivre l'évolution volumétrique du pain. Les photos sont sauveées dans la mémoire de l'ordinateur grâce à une connexion permanente de type USB.

Les drivers du programme LabVIEW™ permettent l'utilisation rapide et facile des régleurs, le mesurage de la température et de la balance électronique. Pour l'acquisition des résultats des

mesurages on emploie une application LabVIEW™ très simple, application pouvant évoluer facilement grâce à sa modularité ; une interprétation automatique des photos devra être eue en vue, comme les autres types de mesurages.

L'opérateur visualise tous les résultats pouvant régler les paramètres du processus de cuisson directement à l'aide de l'interface de travail.

Une fois cueillies, les données sont stockées dans l'ordinateur sous forme de bulletin d'analyse (sous forme de tableau), étant visualisées et exploitées par d'autres programmes compatibles aussi.

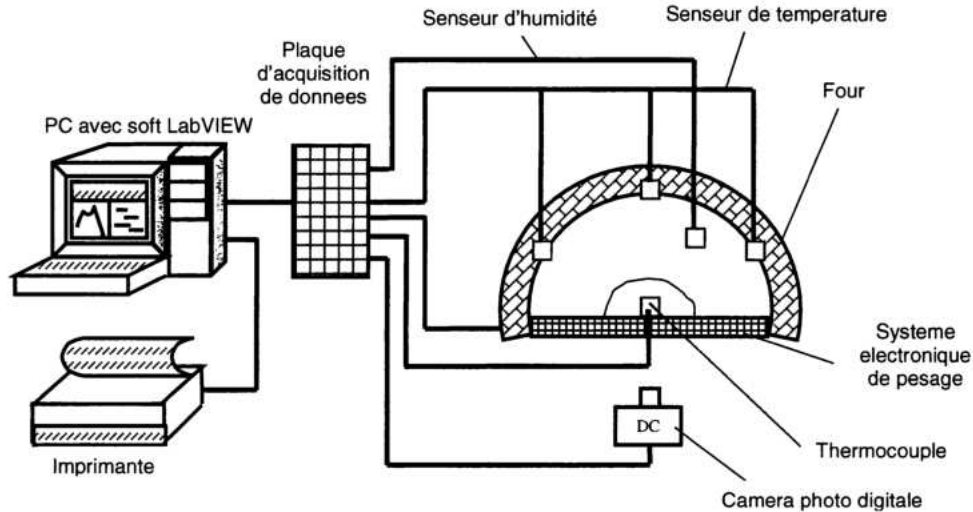


Fig. 2. Le schéma du bloc d'interconnexion

Observations

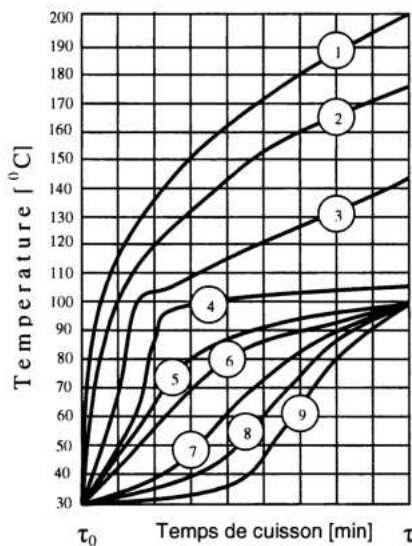


Fig. 3. La modification des différentes températures de la pâte : 1-couche ext., de la croûte 2,3-couches intérieures; 4-couche située entre la croûte et la mie; 5,6,7,8,9-couches de la mie.

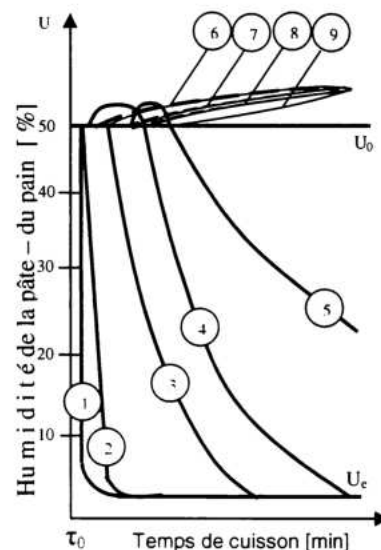


Fig. 4. La modification de l'humidité de la pâte lors de la cuisson: U_0 -humidité initiale; U_e - humidité d'équilibre hygrométrique; 1-couche extérieure de la croûte ; 2,3,4-couches intérieures; 5- couche située entre la croûte et la mie; 6,7,8,9-couches de la mie.

Les flux de chaleur réceptionnés de la chambre de cuisson et ceux transmis à l'intérieur de la pâte varient en continu. [Ban, 99]. Ils sont supérieurs lors de la première partie du cuisson, quand il y a des grandes différences de température entre la chambre de cuisson et les couches superficielles de la

pâte. Du point de vue pratique cela impose l'établissement d'une variation dans le même sens de la température de la chambre, respectivement une température supérieure lors de la première partie du cuisson et une plus basse lors de la deuxième partie du cuisson. (figure 3).

Les couches de la croûte réduisent très rapidement leur humidité (figure 4) [Ban, 99] jusqu'à la valeur d'équilibre hygrométrique, celles intérieures plus lentement. Les couches de la mie augmentent initialement l'humidité face à l'humidité initiale grâce au déplacement vers l'intérieur de l'humidité et elles restent jusqu'à la fin du cuisson avec une humidité plus grande que celle de la pâte. Ainsi, à la fin, la croûte à une température de 130...160°C et l'humidité pratiquement), tandis que la mie ne dépasse pas une température de 97°C et une humidité avec 1,5-2% plus grande que celle initiale [Giu, 02].

Le modelage du processus de contrôle dans l'industrie de transformation du lait .

Objectif

L'étude des variables des différents paramètres de fabrication (température, pH, concentration de graisse, pression) et le contrôle des paramètres pour l'amélioration de la qualité des produits.

Solution

La mise au point d'un système forme d'un ordinateur, le programme LabVIEW™ et les modules d'acquisition de données (FieldPoint) et leur implémentation dans la production [Pro, 05].

Pour un meilleur contrôle des processus de fabrication des produits laitiers (fromages, yaourts etc) et l'obtention d'un niveau de qualité le plus élevé possible, il s'impose la nécessité d'intervenir lors des lignes de fabrications par l'installation pour chaque étape du processus de systèmes d'acquisition, de transmission et d'interprétation des données cueillies. Le but est de réaliser une étude qui décrive l'évolution de tous les paramètres de travail et de tracer l'historique de la thermomécanique du produit fabrique.

La description de la méthode de travail.

La ligne de production est équipée d'un certain nombre de senseurs, d'automatiques et par l'intermédiaire d'un ordinateur, un opérateur suit tout le processus. (figure 5) pour mieux comprendre les phénomènes, le nombre de récepteurs est très important.

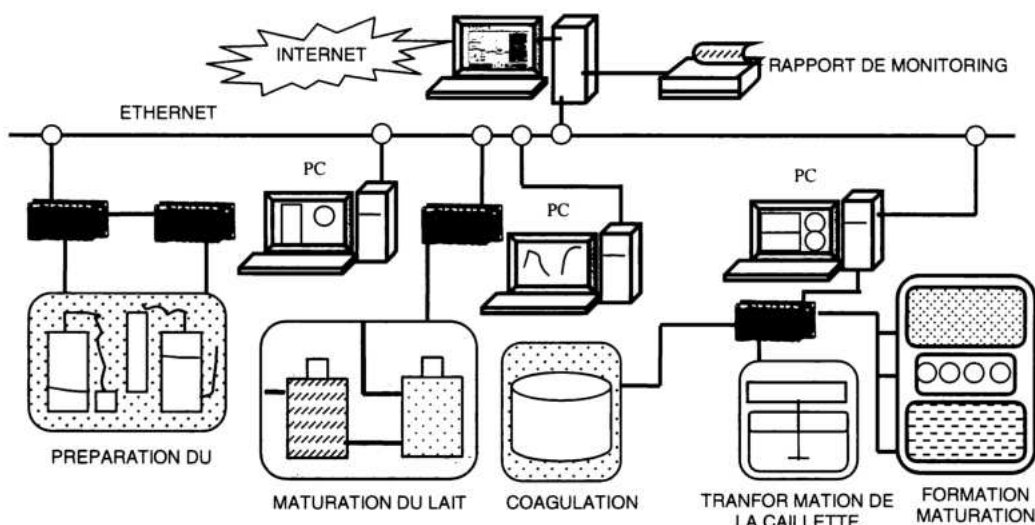


Fig. 5. - Schéma bloc du processus de fabrication des fromages.

Tout comme dans le cas d'autres expériences, le système de contrôle est équipé d'un ordinateur où on a un système d'opération Windows XP™, l'application LabVIEW™ et plusieurs

autres modules d'acquisition de données FieldPoint placés dans différents endroits sur la ligne de fabrication.

Le système de mesurage des paramètres dans ce cas ci (temperature, débit, niveaux, pH) est composé des modules suivants : [Rah, 98]:

- *FieldPoint FP-1001* couplé à la plaque multi port serial (RS 485) et qui fait la connexion entre l'ordinateur et les autres modules FieldPoint;
- *FieldPoint FP- TC-120* spécialisé pour le mesurage avec les senseurs de type thermocouple;
- *FieldPoint FP-AI-111* avec 16 canaux d'entrée ayant un signal courant/tension;
- *FieldPoint FP-RTD-122* spécialisé pour le mesurage des températures;
- *La plaque multi port type C 114HI*, configurée pour le type de communication RS 485;

Les températures du système sont collectées à l'aide des senseurs de type *Pt 100* (le module *FP-RTD-122*), toutes les informations cueillies – températures, pressions, débits, pH, niveaux atteints, nous permettant de savoir dans quelle phase de fabrication nous sommes : le chauffage, la fermentation, le refroidissement, etc.

A l'aide d'une interface utilisatrice on suit si l'installation des modules FieldPoint et des senseurs est réalisée d'une façon propre et si elle ne génère pas d'erreurs dans le système de communication. Pour la réalisation du software du système d'acquisition on a inclue les sous modules dans le LabVIEW™ qui réalise les acquisitions de données avec les modules FieldPoint. L'interface graphique est schématisée en choisissant du menu une série d'éléments visuels:

- Les boitons de sélection;
- Les champs d'affichage;
- Les indicateurs lumineux;
- Les réservoirs;
- Les blocs I/O.

Cette application réalisée dans LabVIEW™ enregistre dans l'archive toutes les informations collectées. En parallèle, des échantillons du produit fabrique sont prélevés de différents endroits et analysés. Les données obtenues sont présentées sous forme de calculs statistiques, permettant une analyse plus aisée et implicitement la compréhension de l'origine des facteurs de risque pour la qualité finale du produit. Par exemple, on pourrait prendre en considération un senseur de temperature non calibré aux conditions de travail ou placé dans un endroit inadéquat , cela menant au non accomplissement ou au dépassement de la temperature d'obtention de la présure ou pour stériliser les emballages.

La dernière phase de l'analyse consiste en trouver et mettre en application une solution technique pour le contrôle et l'amélioration des facteur perturbateurs détectés. Pour cela on intervient avec une nouvelle fonction dans le cadre du système de contrôle existant ou on introduit sur la ligne de fabrication du système d'acquisition de données présente ci-dessus.

Conclusions

L'utilisation des systèmes automatiques est devenue, du point de vue de la vie économique-sociale, une utilisation indispensable. Le but de cet article est de pointer quelques aspects pratiques du domaine des automatisations utilisant le langage graphique LabVIEW™ pour le déroulement des processus dans des conditions optimales, sans des événements indésirables avec des conséquences sur la qualité finale des produits alimentaires.

Par l'utilisation du milieu de programmation LabVIEW™, on assure l'analyse permanente des processus physico-chimiques sur le trajet technologique, les applications présentées permettant la modification des paramètres d'entrée à l'aide des éléments de contrôle spécifiques et l'analyse des paramètres de sortie pour :

- Le contrôle de la qualité et l'assurance de la qualité des produits
- L'amélioration des produits et le développement de nouveaux produits

- Le développement de la recherche scientifique dans le domaine alimentaire;
- Les études de marketing.

L'analyse physico-chimique des matières premières et des produits intermédiaires est très utile, fournissant de nombreux aspects sur la qualité finale, ayant une grande utilité pour l'établissement des profils des produits préférés par les consommateurs et de ceux qui ne sont pas ou qui sont peu préférés.

Bibliographie :

1. Banu, C, ș.a. - *Manualul inginerului de industrie alimentară*, Ed. Tehnică, Buc.,1999;
2. Banu, C. - *Calitatea și controlul calității produselor alimentare*, Ed. AGIR, Buc., 2002;
3. Bordei, D., Teodorescu, F., Toma, M. - *Știința și tehnologia panificației*, Ed. AGIR, București, 2000;
4. Giurca, V. - *Factori care influențează proprietățile de panificație a grâului*, Ed. AGIR. București, 2002;
5. Rahman, J. - *LabVIEW Applications and Solutions*,Ed. Prentice Hall, N. York, 1998;
6. Szekely, I, ș.a. - *Sisteme pentru achiziția și prelucrarea datelor*, Ed. Mediamira, Cluj, 1997;
7. Ulieru, D., Andrei, H. - *Instrumente virtuale*, Rev. Măsurări și Automatizări, nr. 2/2004 ;
8. G Programming Reference / LabVIEW User Manual, National Instruments;