

MICRÔMETRO DIGITAL PARA MEDIR ALTURA DE ALBÚMEN DO OVO¹

LUIZ ALBERTO COLNAGO², RENÉ DE OSTE³, WILSON SELUQUE FERREIRA⁴,
e LUIZ CARLOS PIENIZ⁵

RESUMO - Construiu-se um micrômetro digital para medir a altura do albúmen do ovo. Usou-se como sensor da altura um relógio comparador modificado. Nesse sensor são gerados dois trens de pulso defasados de 90 graus e que são enviados à parte eletrônica. Esta foi construída com circuitos integrados CMOS e consiste de detectores de fase, contadores decimais, decodificadores de sete segmentos e um circuito detector da superfície da clara do ovo. Esse micrômetro apresenta uma leitura de até 20 mm, com resolução de $\pm 0,1$ mm.

Termos para indexação: unidade Haugh, qualidade do ovo.

DIGITAL MICROMETER FOR MEASURING EGG ALBUMEN HEIGHT

ABSTRACT - A digital micrometer for measuring egg albumen height was built using a modified mechanical micrometer as a height sensor. This micrometer generates two trains of 90 degrees pulse out of the phase to be used by the electronic circuitry to measure the height. The electronic circuitry using CMOS technology has phase detectors, decade counters, seven-segment decoders, and a circuit to detect the albumen surface. This micrometer can be used to measure up to 20 mm with 0,1 mm of resolution.

Index terms: Haugh unit, egg quality.

INTRODUÇÃO

Para determinar a qualidade interna do ovo, há um grande número de métodos, como a medida da altura da clara, altura da gema diâmetro da clara, e vários outros (Wesley & Stadelman 1959). Uma das maneiras mais usadas para expressar essa qualidade é a unidade Haugh (UH). Esta é calculada a partir do peso e da altura do albúmen do ovo quebrado, através da fórmula:

$UH=100.\log(A-1,7P^{0,37}+7,6)$, onde A é a altura do albúmen em milímetros, e P, o peso em gramas (Haugh 1937, Brant et al. 1951). Assim, para que essa unidade possa ser calculada rapi-

damente e usada em programas de controle de qualidade de ovos, construiu-se um micrômetro digital para medir a altura do albúmen do ovo.

Na literatura há a descrição da construção de micrômetros mecânicos (Brant 1951) e eletrônicos (Buckley & Reid 1971), Buckley et al. 1981). Nos mecânicos, tem-se dificuldade em detectar com exatidão e rapidez a altura em que a ponta de prova do instrumento toca a clara (Paterson & Hinners 1964). Nos digitais (eletromecânicos), não há esse problema, uma vez que é possível colocar um sensor para reter a leitura quando a ponta do instrumento tocar a superfície da clara, não importando se a perfurou ou não (Buckley et al. 1981). Outra vantagem dos digitais é que os dados podem ser transferidos diretamente para um microcomputador, o que pode aumentar o número de análises por tempo, além de reduzir os erros atribuídos ao operador.

O micrômetro desenvolvido neste trabalho utiliza um relógio comparador modificado como sensor de altura. Esta é codificada em dois trens de pulso, usando um "chopper" e dois conjuntos de fotodiodos/fototransistores. Esses trens de pulso são defasados em aproximadamente 90

¹ Aceito para publicação em 10 de setembro de 1992.

² Dr. em Química, EMBRAPA/Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento de Instrumentação Agropecuária (NPDIA), Caixa Postal 741, CEP 13560-970 São Carlos, SP.

³ Técnico em Mecânica, EMBRAPA/NPDIA.

⁴ Eng. em Eletrônica, EMBRAPA/NPDIA.

⁵ Méd. - Vet., M.Sc., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves (CNPSA), Caixa Postal 21, CEP 89700 Concórdia, SC.

graus, para que a eletrônica identifique a direção do cursor e os contadores sejam incrementados ou decrementados de acordo com essa direção. Os contadores CBD são decodificados em "displays" de sete segmentos para a leitura digital. Para a detecção da superfície da clara, usou-se um circuito que evita reações eletroquímicas na ponta do cursor.

Descrição do instrumento

O micrômetro desenvolvido (Fig. 1) consiste de uma parte mecânica, onde se realiza a leitura, e de uma parte eletrônica, onde se detecta a direção do cursor do relógio comparador, que adiciona ou subtrai os pulsos e decodifica os contadores para "displays" de sete segmentos.

A parte mecânica, sustentada por um tripé, foi construída com um relógio comparador "Mitutoyo", código 2050E-8, com 20 mm de curso e 0,1 mm de resolução. Desse aparelho, foram retirados o mostrador e o ponteiro, ou seja, foram usadas a carcaça, a cremalheira (cursor) e as engrenagens, que transformam o movimento vertical do cursor em rotação do eixo do ponteiro. Neste relógio comparador, cada 1 mm de movi-

mento vertical do cursor corresponde a uma volta completa do eixo do ponteiro. A esse eixo foram adaptados um extensor de 14,5 mm e um "chopper" com 23 mm de diâmetro, construído com filme fotográfico (Fig. 2a).

Um setor do "chopper" fica dentro de um sulco na peça mostrada pela Fig. 2 (a e b), que também contém dois conjuntos de fotodiodos/ fototransistores. Com a rotação do "chopper", a luz dos fo-

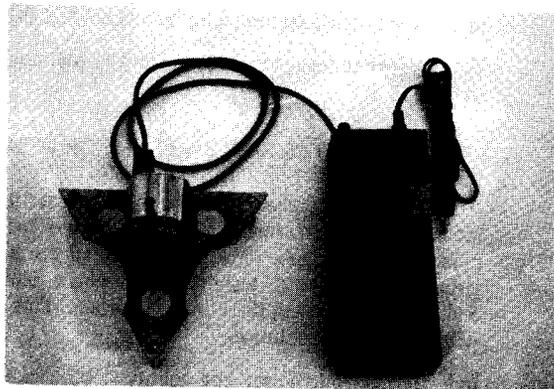


FIG. 1. Micrômetro digital com parte mecânica à esquerda e a parte eletrônica à direita.

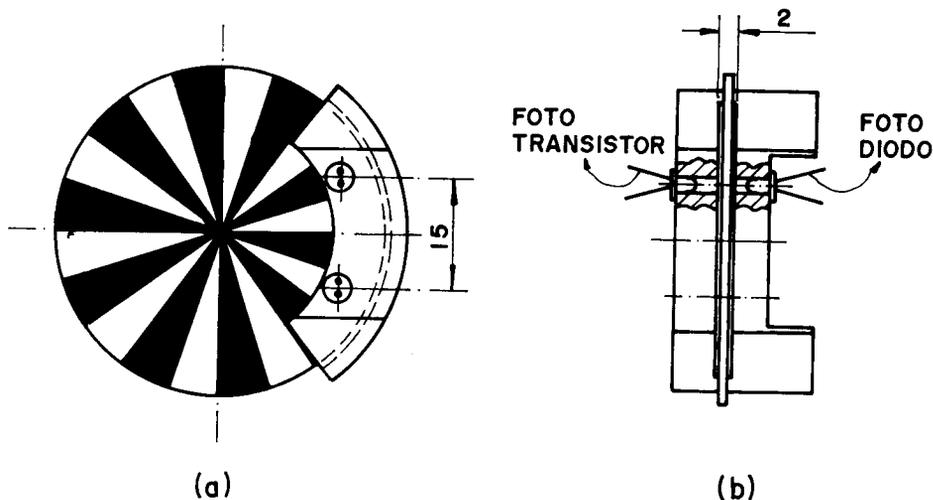


FIG. 2. a) Vista frontal do "Chopper" de fotolito, dentro do sulco onde estão colocados os sistemas detectores. b) Vista lateral do "Chopper" dentro do sulco, com um dos conjuntos fotodiodo/fototransistores.

todiodos é fatiada, chegando aos dois fototransistores respectivos como pulsos de luz. Esses dois conjuntos de pulsos de luz são convertidos em pulsos lógicos e estão defasados em 90 graus. Esta diferença de fase é necessária para que o circuito eletrônico detecte o sentido do cursor, para cima ou para baixo, e é obtida fazendo-se com que a distância entre os centros dos fotodiodos/fototransistores seja igual à distância entre o centro de uma parte opaca e a borda de uma parte transparente do "chopper".

Outra parte modificada do relógio comparador foi a ponta do cursor, que foi substituída por uma ponta detectora, apresentada na Fig. 3. Esta ponta recebe pulsos vindos da parte eletrônica, e somente quando encosta em uma superfície condutora, como a superfície de uma clara de ovo, é que o pulso retorna à parte eletrônica para reter a leitura.

O circuito eletrônico do medidor foi construído em uma placa de circuito impresso, com circuitos integrados do tipo CMOS. Apenas os conjuntos de fotodiodos/fototransistores ficam na parte mecânica, conectados via cabo ao circuito eletrônico. O circuito é alimentado com uma fonte AC/DC de 12 VDC, que pode ser substituída por uma bateria para operações em campo.

O esquema eletrônico é mostrado na Fig. 4. Para a compreensão do funcionamento do aparelho, far-se-á uma rápida descrição dos circuitos:

Os pulsos provenientes dos fototransistores têm o nível lógico melhor definidos e invertidos nos inversores "Schmidt Triggers" CI-1 (B e D). Estes vão ao circuito detector de fase, constituído de dois "flip flop" JK, CI-2 (A e B) e dois inversores CI-1 (A e C). Esse circuito tem a finalidade de detectar a direção do cursor do relógio comparador para incrementar ou decrementar a contagem dos pulsos, ou seja, a altura. Isso é realizado da

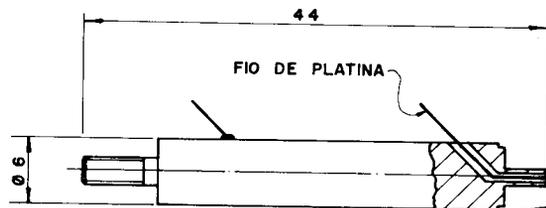
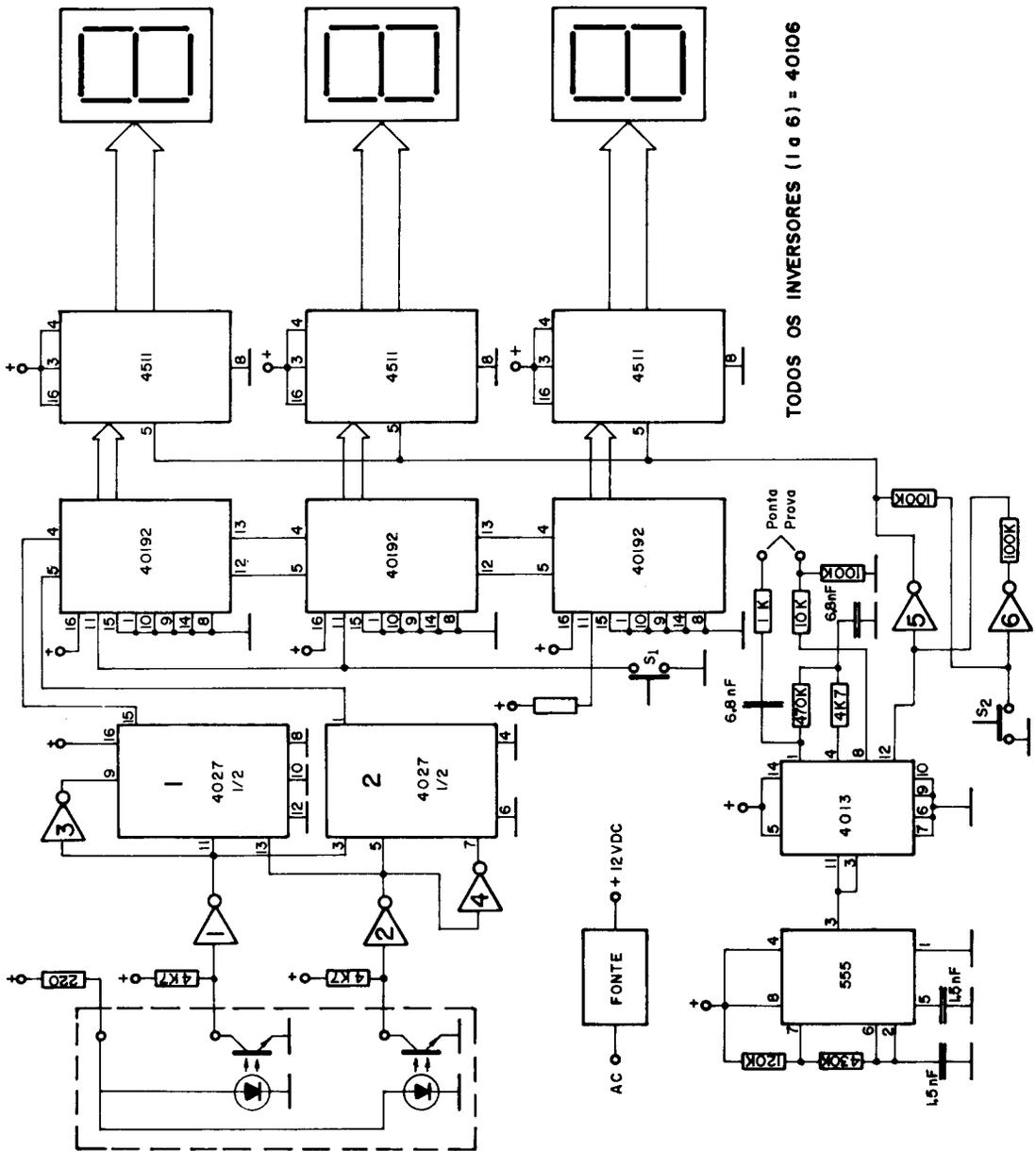


FIG. 3. Ponta do relógio comparador, que foi modificado para detectar a superfície da clara. O contato se faz entre a parte externa da ponta e o fio de platina interno.

seguinte maneira: quando a borda de subida do pulso da saída do CI-1B chega primeiro que a do CI-1D (movimento de cima para baixo) ao circuito detector de fase, a saída "Q" do "flip flop" CI-2B (pino 15) produz um pulso para o contador decrementar a contagem CI-3 (pino 4), enquanto que a saída "Q" do outro "flip flop" CI-2A (pino 1) fica em nível lógico 1. Quando a borda de subida do pulso do CI-1D chega primeiro que a do CI-1B (movimento de baixo para cima), acontece o contrário: o pulso, saindo apenas da saída "Q" do CI-2A (pino 1), incrementa a contagem do CI-3 (pino 5). Com isso, a cada variação de 0,1 mm do cursor do relógio comparador (para cima ou para baixo) os contadores somam ou subtraem um pulso.

Os contadores BCD Up/Down (CIs 3, 4 e 5) são cascadeados para formarem três dígitos. Esses podem ser zerados a qualquer momento acionando-se a chave SI, a qual também permite zerar o instrumento em qualquer altura que se queira usar como referência. As saídas desses contadores são decodificadas para "displays" de sete segmentos por meio dos CIs 6, 7 e 8. Esses decodificadores apresentam "Latch" (pino 5), ou seja, em nível 1, retém a leitura com a variação dos dados da entrada. O pino 5 está conectado ao circuito detector da superfície da clara, que fornece o nível 1 ("latch") toda vez que a ponta detectora tocar a clara. Com isso, tem-se a leitura exata da altura da clara, mesmo que a ponta a perfure. O circuito eletrônico usado para detectar a superfície da clara é constituído do CI-9, usado para gerar um "clock", e do CI-10 ao qual está ligada a ponta detectora de superfície. Quando a resistência entre os contatos for baixa, ou seja, ao tocar a clara, o CI-10 (pino 12) passa do nível lógico 1 para 0, o que coloca na saída do "flip flop" tipo RS, construído com as portas inversoras CI-1 (E e F), o nível 1, necessário para a retenção da leitura. Para uma nova leitura, pressiona-se a chave S2, que muda a saída do "flip flop" RS de 1 para 0, liberando a saída dos decodificadores. Optou-se por esse circuito por usar correntes alternada na ponta detectora, o que impede a corrosão e reações eletroquímicas.

A saída dos contadores também pode ser conectada a uma interface paralela para a leitura ser feita e armazenada diretamente em microcomputador.



Operação do instrumento

A operação do instrumento é simples. Inicialmente, zera-se o aparelho, acionando a chave S1, com a ponta do cursor enconstada na referência a ser usada. Em seguida, coloca-se sob o tripé do relógio comparador o ovo quebrado a ser medido. Pressiona-se o cursor até atingir a clara e, automaticamente, sua altura estará registrada no "display". Para outra medida, liberam-se os contadores com a chave S2.

CONCLUSÕES

1. O medidor de altura do albúmen de ovos foi testado com blocos de altura-padrão, e o erro esteve sempre dentro de ± 0.1 mm. Também foi testado por vários operadores na leitura de um mesmo ovo e a leitura sempre variou dentro do limite de ± 0.1 mm. Essa resolução está dentro do erro de outros equipamentos, como o desenvolvido por Buckley et al. 1981.

2. Comparado ao micrômetro desenvolvido por Buckley et al. 1981, apresenta duas simplificações na parte eletrônica: a rotação do disco foi feita por transmissão mecânica (Buckley et al. 1981 usaram um sistema de reflexão e foi necessário amplificar os sinais para atingir os níveis lógicos). Os pulsos da saída do detector de fase foram diretamente aos contadores, não sendo necessário utilizar circuitos integrados para a multiplicação do número de pulsos.

3. O sistema desenvolvido também apresenta algumas vantagens: O sistema de detecção da superfície da clara, com corrente alternada, evita os problemas de corrosão e reações eletroquímicas

na ponta detectora, e a utilização de relógio comparador comercial, de comprovada precisão, confere ao instrumento projetado boa confiabilidade; além disso, sua robustez permite a sua utilização por profissional não-especializado.

4. Este instrumento está em uso no Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves (CNPISA) da EMBRAPA, em Concórdia, SC, desde outubro de 1989.

REFERÊNCIAS

- BRANT, A.W. A new height gauge for measuring egg quality. *Food Technology*, v.5, p.384, 1951.
- BRANT, A.W.; OTTE, A.W.; NORRIS, K.H. Recommended standard for scoring and measuring opened egg quality. *Food Technology*, v.5, p.356, 1951.
- BUCKLEY, D.J.; AMOUR, G.S.; FAIRFUL, R.W. An improved electronic gauge for measuring egg albumen height. *Poultry Science*, v.60, p.777-780, 1981.
- BUCKLEY, D.J.; REID, W.S. A digital egg albumen height measurement gauge. *Poultry Science*, v.50, p.1326-1330, 1971.
- HAUGH, R.R. The Haugh unit for measuring egg quality. *H.S. Egg Poultry Mag.*, v.48, p.552-555, 1937.
- PATERSON, J.J.; HINNERS, S.W. The use of electric circuit and sound signal in determining the albumen height of eggs. *Poultry Science*, v.43, p.265-266, 1964.
- WESLEY, R.L.; STADELMAN, W.J. Measurements of interior egg quality. *Poultry Science*, v.38, p.479-481, 1959.