Anais do V Congresso Brasileiro de Eletromiografia e Cinesiologia e X Simpósio de Engenharia Biomédica - ISBN: 978-85-5722-065-2 - DOI: 10.29327/cobecseb.78865

DETECTOR DE *STRESS* PESSOAL

D. P. Salgado*, E.L.M. Alves*, E.M. Santana*, F.C.B.Junior* e J.C. Viana*
*Núcleo de Tecnologias Assistivas – Faculdade de Engenharia Elétrica
Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Brasil.
e-mail: deborapsalgado@gmail.com/florisvaldo.bomfim@gmail.com

Resumo: O trabalho apresenta o desenvolvimento de um protótipo de um detector de stress de baixo custo em forma de dispositivo vestível (com design de pulseira/relógio), o mesmo é capaz de detectar a variação de temperatura e da resistência galvânica da pele acusando essa variação em um LED no painel do protótipo. Para qualquer variação negativa o mesmo indica que o corpo do individuo está em algum tipo de stress psicológico ou físico. Espera-se que o protótipo se insira no cenário de tecnologias assistivas como uma alternativa de monitoramento do stress de pessoas.
Palavras-chave: Tecnologia assistiva, dispositivo vestível, *stress*, monitoramento.

Abstract: *The work presents the development of a prototype of a low cost stress detector in the form of wearable device (with bracelet/watch design), it is able to detect the temperature variation and the galvanic resistance of the skin accusing this variation in an LED in the panel of the prototype. For any negative variation it indicates that the body of the individual is in some type of psychological or physical stress. It is hoped that the prototype will fit into the assistive technology scenario as an alternative for monitoring people unable to communicate.*
Keywords: Assistive Technology, wearable device, stress, monitoring.

Introdução

De acordo com os resultados das pesquisas do *American Institute of Stress* (AIS) mostram que os casos de stress elevaram-se 44% comparado há 5 anos atrás, sabe-se que 1 a cada 5 americanos experimenta o "stress extremo" e que é a causa de 60% das doenças na população [1]. Ou seja, o indivíduo que esteja submetido ao estresse pode desencadear o início ou a recorrência de doenças e comportamentos viciosos [2]. Sendo assim, existe a necessidade de medir o stress de forma discreta e continua, sabendo quando uma pessoa está sob estresse pode ajudar profissionais da área de saúde a desenvolver mecanismos para ajudar as pessoas a lidar com a situação e evitar o comportamento insalubre. Dispondo de mais informações sobre o estresse podem ajudar a gerenciar a situação de forma mais específica e permitirá usar as medidas obtidas para o mútuo benefício do desenvolvedor e do usuário.
É possível determinar o nível de estresse de um indivíduo por meio de instrumentos de avaliação psicológica que são caracterizados como analises qualitativas. Um método bastante difundindo é da aplicação de questionário para identificar presença de sintomas do estresse como o ISSL [3]. Outra forma de detectar a presença do estresse é a partir do monitoramento de sinais biológicos. A detecção pode ser realizada por sensores capazes de medir variações dos sinais de resposta galvânica da pele (GSR) [4], temperatura da superfície do corpo [5], eletrocardiografia (ECG) [6], eletromiografia (EMG) [7], eletroencefalografia (EEG), frequência cardíaca, pressão arterial, taxa de respiração e outros [8].
Devido a necessidade do monitoramento dos sinais do organismo de forma contínua e sem prejudicar a rotina do usuário, os dispositivos vestíveis tem ganhado espaço no mercado de *healthcare*. Um exemplo é o PIP®, um dispositivo de *biofeedback* sem fio que detecta a atividade eletrodérmica (EDA), detecta mudanças na condutância elétrica da pele [9], ele funciona em conjunto com aplicativos para smartphone ou *tablet*. Outro dispositivo é o Stress Thermometer - SC911® onde ele auxilia na medição do nível de estresse através da variação da temperatura da pele nas extremidades do corpo (na ponta dos dedos). Nos últimos anos tem-se utilizado de forma expressiva os parâmetros da variabilidade da frequência cardíaca para a identificação da presença do estresse [10]. O dispositivo emWave® analisa esses parâmetros, ele possui a tecnologia PPG (*Photoplethysmography*), método não invasivo que utiliza luz infra-vermelha (IR) para identificar mudanças no volume do sangue [11] .
Os modelos com design de "pulseira/relógio" são bastante populares, Fitbit Surge® é utilizado para acompanhar à atividade física e o sono do usuário. A empresa Empática™ oferece dois dispositivos com este design para monitoramento da saúde, o Embrace Watch® e o E4 wristband®. O Embrace® monitora convulsões/ataques epiléticos, sono e atividade física. Diferente do E4® que apenas coleta e salva o sinais em tempo real, focado para desenvolvimento e pesquisa de novas aplicações.
Este artigo apresenta um protótipo de monitoramento do estresse de forma vestível com design de um relógio e utilizando múltiplos sensores, o dispositivo a princípio detecta o nível do estresse através das variações da resistência galvânica da pele (GSR) é da temperatura da superfície corporal, podemos classifica-los como *biofeedback*. Quando o houver uma variação negativa dos sinais um LED no painel do dispositivo é aceso.

Materiais e métodos

O microcontrolador usado foi o 12F675, ele é empacotado em um chip de 8 pinos e, embora seja pequeno, ele é embalado com periféricos. Ele ainda tem um ADC de 10 bits construído, tem 1024 palavras de memória de programa, 64 Bytes de RAM e 128 Bytes de EEPROM, um oscilador interno, temporizadores e ADC e um comparador. O I2F675 é responsável por calcular a média das variações de resistência e de temperatura, o mesmo realiza a leitura em intervalos de 1ms (devido a rápida variação da resistência da pele em momentos de stress).

Um filtro passa-baixa ideal elimina completamente todas as frequências acima da frequência de corte, enquanto permite que as frequências abaixo desta faixa passem inalteradas. A região de transição nos filtros práticos não existe. Desta forma para a elaboração do projeto foi escolhido um filtro passa-baixa de 10 Hz que ficou responsável por filtrar qualquer ruído gerado no corpo do indivíduo. Utilizando o a equação (I), foi possível determinar o valor do capacitor considerando resistor igual a 10 Kohms (II).

$$fc = \frac{1}{2.\pi.R.C} \quad \text{ou} \quad wc = \frac{1}{RC} \qquad \text{(I)}$$

$$C = \frac{1}{2.\pi.10.10\blacklozenge.10} = 1.5uF \qquad \text{(II)}$$

Resposta em frequência (Figura 1) para o filtro adotado.

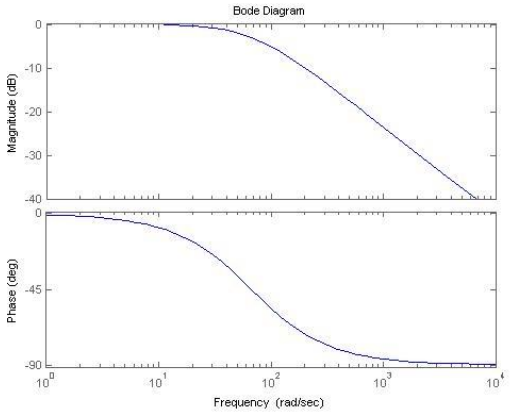

Figura 1: Resposta em Frequência.

O monitoramento da Resistência Galvânica (MRGP) ou *Galvanic Skin Response* (GSR) pode ser descrito como sendo um circuito que mede a impedância da pele através de um amplificador cujo ganho varia por uma relação entre uma resistência pré-definida e a resistência captada através de dois eletrodos colocados nos dedos das mãos de um paciente[3][4], um no indicador e outro no dedo médio, pontos estes onde se localizam as glândulas sudoríparas. Conforme este paciente é estimulado psicologicamente a quantidade de secreção (suor), liberada nesses pontos monitorados pelos eletrodos varia, alterando dessa forma a é resistência medida[12][13].

Foi usado o software Proteus para projetar o circuito (Figura 2) e placa física para o experimento.

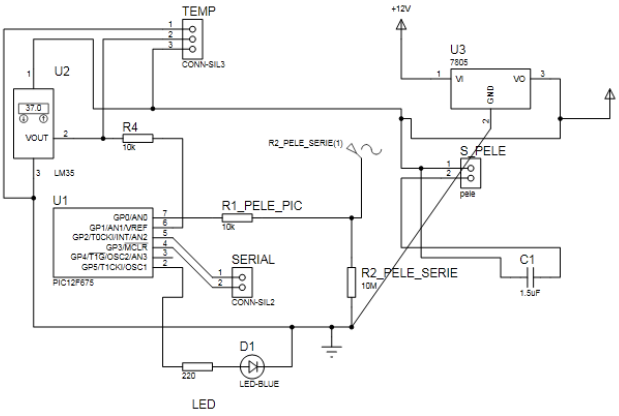

Figura 2: Circuito Virtual.

A simulação de funcionamento foi feita utilizando uma entrada senoidal para emular a variação da resistência de pele gerando o seguinte gráfico (Figura 3) onde apresenta a variação da tensão na pele junto com o sinal luminoso de saída.

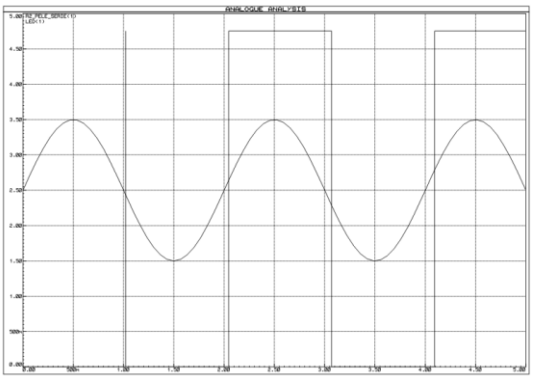

Figura 3: Gráfico de resposta.

Para monitorar a temperatura, foi usado o LM35 (Figura 5) que é um sensor linear que retorna um valor de tensão na entrada da porta analógica digital do microcontrolador. Após construção do circuito virtual montou-se o seguinte circuito impresso para a confecção da placa do DSP (Detector de *Stress* Pessoal – Figura 4). O protótipo montado é mostrado na Figura 5.

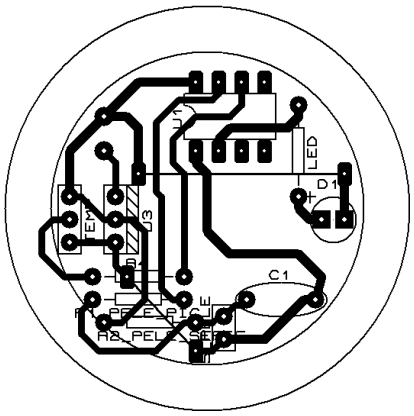

Figura 4: Placa DPS.

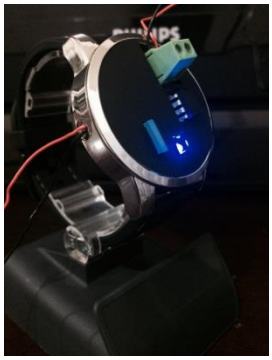

Figura 5: Protótipo do DPS.

O algoritmo montado trabalha com a média realizada em um intervalo de 10 min, desta forma se a temperatura e a resistência da pele ficar abaixo do valor da média medida o LED de indicação é acionado e para qualquer outro valor não, como mostrada no diagrama de fluxo (Figura 6) a seguir.

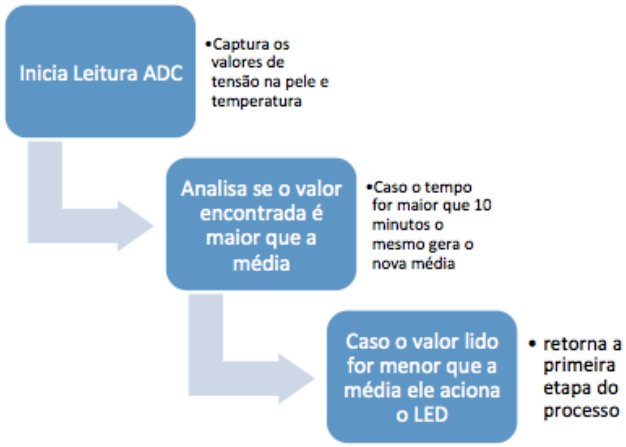

Figura 6: Diagrama do funcionamento do algoritmo.

Resultados

Para que fosse possível fazer os testes inciais, o projeto foi aprovado pelo comitê de ética (CAAE 37756614.0.0000.5152), deste modo os testes foram feitos em locais de grande movimento e em locais calmos, observou-se que quando está em uma situação de stress corporal como dirigindo o LED de indicação acusou muito mais quanto comparado em locais calmos, foi montado a seguinte tabela de resposta.

Tabela 1: Frequência de acionamento do LED.

Situação	Pouco	Médio	Muito
Dirigindo			X
Serviço		X	
Repouso	X		
Caminhando	X		
Correndo			X

Após os testes verificou-se que em situações de stress (como exemplo dirigir um carro) o mesmo indicou mais variação na resistência e na temperatura quando comparado a uma situação de repouso.

Discussão

Com os resultados obtidos através dos testes, foi possível notar que há alterações entre diferentes situações a que uma pessoa pode ser submetida. Momentos que exigem maior grau de movimentação ou concentração, podem elevar os níveis de resistência galvânica e temperatura de pele, sendo possível utilizar destes sinais para se identificar situações de stress corporal. Desta forma, foi possível identificar que situações como dirigir e correr geram um nível de stress elevado quando comparadas a situações como caminhadas e repouso que produzem um nível de stress mínimo. O mesmo foi constatado por [14,15] onde, dependendo do esforço ou da situação mental do indivíduo, tais sinais podem aumentar ou diminuir.
No entanto para [14], o principal problema enfrentado neste tipo de avaliação, é saber diferenciar um indivíduo estressado de um simples esforço físico, uma vez que nem sempre a alteração de resistência por esforço físico seja sinal de stress corporal. A avaliação desse sinal somado a outros, como por exemplo temperatura da pele e batimentos cardíacos podem gerar mais confiabilidade aos dados extraídos através de dispositivos vestíveis. Os autores de [15] afirmam que outros sinais como EEG, respiração e EMG também podem ser usados como critérios de avaliação para apontar situações de stress corporal.

Conclusão

Concluiu-se que existem diferenças significantes entre atividades com maior movimentação e concentração quando comparadas a situações de repouso ou menor movimentação tendo como sinais corporais de avaliação a variação da resistência galvânica e temperatura da pele. Por meio desses resultados, evidencia-se que atividades de maior e esforço físico ou mental o nível de stress corporal pode sofrer variação.

Mesmo com esses resultados, ainda há dificuldades para se definir um limiar de comparação para indivíduos com stress, pois existem outros sinais que podem ser levados em consideração para uma avaliação mais acertada. O número de trabalhos nesta área tem crescido consideravelmente, uma vez que a preocupação com a saúde se tornou indispensável ao ser humano.

Este projeto se encontra em fase inicial, sendo que os próximos passos serão a criação de um sistema de comunicação do protótipo com um banco de dados em nuvem para análises estatísticas para que seja possível a validação do mesmo. Tem-se, a partir do exposto ao longo deste trabalho, todas as ferramentas necessárias para alcançar o objetivo final, o desenvolvimento.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq, a CAPES e a FAPEMIG pelo apoio financeiro necessário para a realização do projeto.

Referências

[1] The American Institute of Stress, "Stress is Killing You | The American Institute of Stress," 2012. [Online]. Available: https://www.stress.org/stress-is-killing-you/. [Accessed: 26-Jul-2017].

[2] M. Wahrendorf, G. Sembajwe, M. Zins, L. Berkman, M. Goldberg, and J. Siegrist, "Long-term effects of psychosocial work stress in midlife on health functioning after labor market exit--results from the GAZEL study.," *J. Gerontol. B. Psychol. Sci. Soc. Sci.*, vol. 67, no. 4, pp. 471–80, 2012.

[3] M. O. Rossetti *et al.*, "O inventário de sintomas de stress para adultos de lipp (ISSL) em servidores da polícia federal de São Paulo," *Rev. Bras. Ter. Cogn.*, vol. 4, no. 2, pp. 108–120, 2008.

[4] C. Mundell, J. P. Vielma, and T. Zaman, "Predicting Performance Under Stressful Conditions Using Galvanic Skin Response," *arXiv Prepr. arXiv1606.01836*, no. Langer 1979, pp. 1–12, 2016.

[5] C. H. Vinkers *et al.*, "The effect of stress on core and peripheral body temperature in humans.," *Stress*, vol. 16, no. 5, pp. 520–30, 2013.

[6] A. Bhide, R. Durgaprasad, L. Kasala, V. Velam, and N. Hulikal, "Electrocardiographic changes during acute mental stress," *Int. J. Med. Sci. Public Heal.*, vol. 5, no. 5, p. 835, 2016.

[7] D. Bansevicius, R. H. Westgaard, and C. Jensen, "Mental stress of long duration: EMG activity, perceived tension, fatigue, and pain development in pain-free subjects," *Headache*, vol. 37, no. 8, pp. 499–510, 1997.

[8] L. Han, Q. Zhang, X. Chen, Q. Zhan, T. Yang, and Z. Zhao, "Detecting work-related stress with a wearable device," *Comput. Ind.*, vol. 90, pp. 42–49, 2017.

[9] A. R. das N. Neto, "Biofeedback em terapia cognitivo-comportamental *," *Office*, vol. 55, no. 3, pp. 1–6, 2010.

[10] K. W. Murdock, A. S. LeRoy, and C. P. Fagundes, "Trait hostility and cortisol sensitivity following a stressor: The moderating role of stress-induced heart rate variability," *Psychoneuroendocrinology*, vol. 75, pp. 222–227, 2017.

[11] Y. Sun and N. Thakor, "Photoplethysmography Revisited: From Contact to Noncontact, from Point to Imaging," *IEEE Trans. Biomed. Eng.*, vol. 63, no. 3, pp. 463–477, 2016.

[12] A. J. Bandodkar and J. Wang, "Non-invasive wearable electrochemical sensors: A review," *Trends in Biotechnology*, vol. 32, no. 7. pp. 363–371, 2014.

[13] J. G. Webster *et al.*, "Medical instrumentation: Application and design," *Control Eng. Pract.*, p. 296, 2010.

[14] M. V. Villarejo, B. G. Zapirain, and A. M. Zorrilla, "A stress sensor based on galvanic skin response (GSR) controlled by ZigBee," *Sensors (Switzerland)*, vol. 12, no. 5, pp. 6075–6101, 2012.

[15] J. Wijsman, B. Grundlehner, H. Liu, H. Hermens, and J. Penders, "Towards mental stress detection using wearable physiological sensors.," *Conf. Proc. IEEE Eng. Med. Biol. Soc.*, vol. 2011, pp. 1798–801, 2011.