

APENDICE A. SÍNTESIS DE VARIABLES

Las variables seleccionadas fueron elegidas debido a su alta recurrencia en la literatura y su aplicabilidad en la monitorización del estrés en ambientes laborales. Además, cada una de estas variables ha sido respaldada por múltiples estudios científicos que han demostrado su relación con la respuesta fisiológica al estrés. Estas variables también han sido utilizadas en soluciones comerciales y en investigaciones académicas enfocadas en el desarrollo de dispositivos de medición del estrés, lo que refuerza su validez como indicadores clave en el diseño del sistema propuesto.

Tabla 1.

Análisis de literatura sobre medición del estrés en el entorno laboral

Artículo	Base de datos	VARIABLES	Tecnologías	Arquitectura
Review of stress detection methods using wearable sensors	IEEE Xplorer	HR, HRV, SpO2, EEG, temperatura corporal y de la piel, EMG, análisis cortisol, análisis glucosa	Fotopleismografía (PPG), Sensores de temperatura, Conductancia de la piel (EDA/SGR), Sensores de electrocardiograma (ECG), acelerómetros y Giroscopios, Sensores Bioquímicos	- Sensores Portátiles - Procesamiento de Señales en Tiempo Real - Transmisión de Datos - Análisis de Datos usando Inteligencia Artificial - Plataformas IoT
Wearable stress monitoring system using multiple sensors	IEEE Xplorer	HR, SGR, temperatura corporal y de la piel	Sensores Wearables, Microcontrolador, Bluetooth, Plataforma Java ME (Micro Edition)	- Sensor Node - Dispositivo Móvil (Cell Phone) - Servidor Central.

				- ERP (Enterprise Resource Planning)
Exploring early stress detection from multimodal time series with deep reinforcement learning	IEEE Xplorer	EDA, HRV, SpO2, temperatura corporal y de la piel	Sensores Wearables, Deep Reinforcement Learning (DRL), Algoritmo Soft Actor-Critic (SAC), Técnicas de Aumento de Datos	- Pipeline de DRL - Validación del Modelo: Se utiliza una metodología de validación Leave-One-Subject-Out (LOSO).
Detection of mental stress levels using electroencephalogram signals(eeg)	IEEE Xplorer	EEG, CWF	Electroencefalograma (EEG), SVM (Máquina de Soporte Vectorial), Transformada de Fourier y Transformada Wavelet	- Adquisición de datos - Clasificación de estrés - Evaluación del modelo
Detecting negative emotional stress based on facial expression in real time	IEEE Xplorer	Facial expressions	Redes Neuronales Convolucionales (CNN), Multi-task Cascaded Convolutional Networks (MTCNN), Aumentación de Datos	- Detección y alineación de rostros - Extracción y clasificación de características faciales - Sistema de alerta en tiempo real
A data-driven detection system for predicting stress levels from autonomic signals	IEEE Xplorer	BVP, EDA, AP, temperatura de la piel	Sensores portátiles (Empatica E4 y QardioArm), Filtros Butterworth y técnicas de	Adquisición de datos, Preprocesamiento y extracción de características,

			procesamiento de señales, Lomb-Scargle Periodogram, Kernel Principal Component Analysis (KPCA)	Reducción de dimensionalidad, Clasificación y detección, Evaluación
A hybrid approach based stress monitoring system for office environment using iot	IEEE Xplorer	Aceleration, ESR, 3temperatura de la piel, pulse rate	- Dispositivos IoT portátiles - Random Forest - LSTM (Long Short-Term Memory) - Edge Computing	- Recopilación de datos - Clasificación de estrés (Etapa 1) - Predicción personalizada (Etapa 2) - Notificaciones y gestión del estrés
Psychological stress monitoring and reporting system for industries	IEEE Xplorer	HR, GSR/EAD, PS	- Sensor PPG (Fotopletiemografía) - Sensor GSR - Redes Neuronales Artificiales (ANN) - Desenfoque Lógico (Defuzzify Logic)	- Adquisición de datos - Procesamiento en tiempo real - Clasificación mediante Red Neuronal - Alerta y reporte
Design and implementation of a real time stress monitoring system with the help of ECG using matlab tool	IEEE Xplorer	HRV, SGR, RR	- Sensor Polar T-31 - Sensor GSR (Grove) - Matlab - Módulo GPS y GSM	- Adquisición de datos - Transmisión de datos - Procesamiento y análisis - Alerta de estrés
Continuous monitoring of stress on	IEEE Xplorer	HRV, GSR, BP	Zephyr™ HxM BT Heart Rate Monitor, Análisis de HRV,	- Adquisición de datos -

smartphone using heart rate variability			Multinomial Logistic Regression, Aplicación Android, RMSDD, Alpha.	Preprocesamiento de datos - Extracción de características - Modelado del puntaje de estrés - Interfaz de usuario
Wearable sensor based stress management using integrated respiratory and ecg waveforms	IEEE Xplorer	HR, RR, P&CM, temperature corporal	- Zephyr BioPatch - Comunicaciones Bluetooth - QRS Detection Algorithm - RMSSD (Root Mean Square of Successive Differences)	- Adquisición de datos - Procesamiento de datos - Intervenciones de respiración - Almacenamiento y análisis en la nube
Stress detection using context-aware sensor fusion from wearable devices	Research Gate	HR, EDA, BVP, temperatura de la piel, aceleración	- Fusión de sensores - Ensamble de modelos (Ensemble Learning) - Kalman Filter	- Preprocesamiento de datos - Identificación del contexto (Context Identification) - Clasificación en ramas (Branch Classifiers) - Fusión tardía (Late Fusion)
Modeling stress using thermal facial patterns: a spatio-temporal approach	Research Gate	PTF, CFV	- Cámara térmica FLIR - Microsoft Webcam - Local Binary Patterns on Three	- Adquisición de datos - Extracción de características. - Clasificación de

			Orthogonal Planes (LBP-TOP) - Histograms of Dynamic Thermal Patterns (HDTP) - Support Vector Machine (SVM)	estrés - Validación
A novel method of stress detection using physiological measurements of automobile drivers	Research Gate	HR, HRV, GSR, RR	- Electromiografía (EMG) - Sensores GSR y EMG - Electrocardiografía (ECG) - Bases de datos de PHYSIONET	- Adquisición de datos - Preprocesamiento - Clasificación de estrés
Thermal spatio- temporal data for stress recognition	Research Gate	FSS, EFM, temperature facial	- Cámara térmica - Cámara visible - Spatio-Temporal Pattern Recognition (STPR) - Support Vector Machines (SVM) - Algoritmo de detección facial	- Adquisición de datos térmicos y visuales - Preprocesamiento de imágenes - Clasificación del estrés
Wearable stress monitoring system using multiple sensors	Research Gate	FSS, EFM, temperature facial	- Cámara térmica - Cámara visible - Spatio-Temporal Pattern Recognition (STPR) - Support Vector Machines (SVM)	- Adquisición de datos térmicos y visuales - Preprocesamiento de imágenes - Clasificación del estrés

			- Algoritmo de detección facial	
Mental stress assessment in the workplace: a review	IEEE Xplorer	GSR, PPG, EEG, ECG	- Sensores - Análisis del habla - Biomarcadores químicos	- Recolección de Datos: - Almacenamiento de Datos
Requirements and design of mental health system for stress management of knowledge workers	IEEE Xplorer	EDA, HRV, ST, HR	- Sensores Fisiológicos - Salivette Collection Kit3. - Machine Learning - Deep Learning - Almacenamiento de Datos	- Plataformas de análisis de datos
Affectivewall: designing collective stress- related physiological data visualization for reflection	IEEE Xplorer	HRV, PPG, GSR, ECG	- Sensores - Análisis en la nube - Sistemas de biofeedback	- Software analisis clinico - Almacenamiento de Datos - Algoritmo de detección de latidos
A sensitivity analysis of biophysiological responses of stress for wearable sensors in connected health	IEEE Xplorer	HR, HRV, EDA, EMG, RspR, BVP, temperatura de la piel	- Sensores Fisiológicos - Dispositivos Portátiles (Wearables)	- Recolección de Datos - Preprocesamiento y Extracción de Características - Modelo de Clasificación de

				Estrés - Validación Cruzada leave-one-out (LOOCV) 0
A review on mental stress detection using wearable sensors and machine learning	IEEE Xplorer	HR, HRV, ST, GSR, BP, RR, ECG, PPG	- Sensores Wearables. - Machine learning - Deep learning - Plataformas IOT	- Sensores Portátiles: - Procesamiento de Señales en Tiempo Real - Transmisión de Datos - Análisis de Datos usando Inteligencia Artificial - Plataformas IoT
Review on psychological stress detection using biosignals	IEEE Xplorer	AO, EMG, ST, GSR, tamaño de las pupilas, RR, ECG, EEG	- Sensores Wearables. - Análisis multimodal de biosignales	- Sensores Portátiles: - Procesamiento de Señales - Análisis de datos.
A conceptual analysis for the measurement of stress intensity by deep learning using eeg signals	IEEE Xplorer	EEG	- Sensores Wearables. - Machine learning.	-Redes neuronales, procesamiento de datos
Reliable stress measurement using face temperature	IEEE Xplorer	Variaciones de la temperatura facial	- Cámara térmica. - Cámara RGB-D. - Robótica.	- Camara termica. - Módulo de Detección de Rostros: Utiliza el

variation with a thermal camera in human-robot interaction				<p>algoritmo de Viola-Jones para detectar y rastrear rostros.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Extracción de Temperatura - Sistema de Control del Robot
Stress detection using ecg and emg signals: a comprehensive study	Science Direct	HR, HRV, GSR, EEG, EMG, Respiration	<ul style="list-style-type: none"> - Sensores. - Machine learning. 	-Procesamiento en tiempo
Wearable device dataset for stress detection	Springer	HR, HRV, GSR, EEG	<ul style="list-style-type: none"> - Sensores portátiles. - machines learning. - Iot. 	<ul style="list-style-type: none"> -Sensores portátiles, procesamiento de señales, aprendizaje automático en tiempo real
Eeg features selection by using tasmanian devil optimization algorithm for stress detection	Springer	HR, EEG	<ul style="list-style-type: none"> -Algoritmo de optimización (Tasmanian Devil), Machine Learning 	-Procesamiento de señales EEG para selección de características relevantes
A survey of machine learning techniques in physiology based mental stress detection systems	Springer	HR, HRV, GSR, EEG, temperature corporal	<ul style="list-style-type: none"> - Sensores PPG, EDA, ECG. - machines learning. 	<ul style="list-style-type: none"> -Multimodal, análisis de señales fisiológicas con aprendizaje automático

Respiratory signal and human stress: non-contact detection of stress with a low-cost depth sensing camera	Springer	Señales respiratorias	- Kinect. - Camara de profundidad. - Machine Learning.	-Sistemas sin contacto, detección en tiempo real basada en patrones respiratorios
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------	-----------------------	--------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------

Abreviaturas: AP = Presión Arterial; AO = Actividad Ocular; BVP = Blood Volume Pulse; CFV = Características faciales visibles; CWF = Cerebral Wave Frequency; ECG = Electrocardiograma; EDA = Electrodermal Activity; GSR = Galvanic Skin Response; EEG = Electroencefalograma; EMG = Electromiografía; ESR = Electrodermal Skin Response; FSS = Fatigue Severity Scale; HR = Heart Rate; HRV = Heart Rate Variability; P&CM = Postura y movimientos corporales; PPG = Photoplethysmography; PTF = Frecuencia de Transmisión de Pulso; RR = Respiración; SpO2 = Oxygen Saturation; ST = Skin Temperature.

Nota. La tabla presenta un resumen las variables fisiológicas y ambientales, las tecnologías empleadas y los enfoques aplicados en cada investigación. La información recopilada permite identificar tendencias y fundamentar la selección de parámetros para el sistema de monitorización propuesto en esta tesis. Fuente: Elaboración propia con base en la revisión de literatura científica.