

Modelos de ortodoncia en 3D.

Orthodontic 3D models.

Autores: Fraire CP *; Lerman A; Mateu ME; Sales P.

Colaboradores: Folco A.; Malbergier M; Dhio JM; Cerletti C; Caramelo P; Behr G; Lapenta R;
Rivera J; Verdu S; Alessandrello H; Adjemian A.

Lugar de trabajo: Universidad de Buenos Aires Facultad de Odontología. Hospital
Odontológico Universitario. Cátedra de Ortodoncia. M. T. de Alvear 2142. Piso 14 Sector B.
(CP 1125) CABA. Argentina.

Correo electrónico: *cerik3d@gmail.com; ortodoncia@odon.uba.ar

Resumen:

Se obtuvieron archivos digitales 3D de modelos dentales en un ordenador. Para lograr dicho objetivo, se construyó un Hardware a medida, dirigido por Software de código abierto, que escaneo 30 modelos dentales en la Cátedra de Ortodoncia de FOUBA, a través de múltiples imágenes, capturadas con Cámara fotográfica réflex digital de lente único (DSLR), donde se observó exactitud, reproducibilidad e inalterabilidad de las muestras; que determinó la importancia de difundir a nivel institucional y particular dicha práctica, considerando en el diagnóstico que mediciones directas sobre modelos estándar son, no solamente mas imprecisas, sino que implican un mayor tiempo de trabajo.

Palabras claves: escáner, modelos dentales, modelos 3D, microcontrolador Arduino, motor PAP.

Summary:

Were obtained 3D digital dental models files in a computer. To achieve this objective, it built a custom hardware, led by open source software, to scan 30 dental models in the Department of Orthodontics FOUBA through multiple images, captured with (DSLR) digital single-lens reflex Photography camera, where accuracy was observed, reproducibility and fastness of the samples, which determined the importance of disseminating institutional and individual level this practice, considering for diagnosis that direct measurements of standard models are, not only more vague, but involve a longer work.

Keywords: scanner, dental models, 3D models, Arduino microcontroller, PAP engine.

Introducción:

En todas las ramas de la odontología y particularmente en ortodoncia, se le brinda especial cuidado y atención al registro de toma de impresiones de los pacientes (Schillingburg et al.,1990),no solo porque debe ser una copia fiel de la boca al ser reproducida en un modelo de yeso, sino porque además, no será posible repetir la toma en las mismas condiciones una vez iniciado el tratamiento (Proffit,1995);(Guardo y Guardo ,1981).Es por este motivo que el modelo, es tanto un objeto primordial para el diagnóstico y comparación como también una frustración, para el profesional, por perdida, rotura o deterioro del mismo.

Desde los inicios a la actualidad ,los profesionales ortodoncistas, han utilizado diversas técnicas y métodos para medición de modelos dentales (fig.1))(El-Zanaty HM, El-Beialy AR, Abou El-Ezz AM, Attia EK, El-Bialy AR, Mostafa YA.: (2010); siempre centrados en la valoración del espacio (Guardo,1994) y la simetría en las arcadas(Moyers,1992).Utilizando instrumentos puntiagudos, como los compases de puntas secas o calibre de Boley (Proffit,1995);(Moyers,1992); o el compás tridimensional ortodóntico de Korkhaus o compas dental Beerendonk de nonio de gran precisión (Guardo y Guardo ,1981);(Torres,1973); (Bolton,1962); o dispositivos de medición óptica ,apoyando, una cuadrícula milimetrada transparente (Proffit,1995), Simetrógrafo (Moyers,1992), como la placa plástica plexiglás reticulada de Schmuth sobre el modelo dental(Mateu et al.,2015);(Guardo y Guardo ,1981),

como así también la valoración de la longitud clínica de arcada con alambre de latón superpuesto sobre el modelo(Canut Brusola,2000);

Es importante resaltar que tanto las técnicas descritas con anterioridad, como el acopio de modelos dentales de yeso, son tarea compleja para el profesional y asistente en la práctica diaria privada e institucional, a raíz del tiempo requerido, disponer herramientas para la obtención de información de registros cuantitativos, espacio físico edilicio y personal de mantenimiento para su acondicionado.

La Cátedra de Ortodoncia de la FOUBA con la incorporación de tecnología de última generación a través del Escaneado(Ender A, Mehl A.: 2011) (Shaker Verlag2007) de los modelos dentales cambia el paradigma del acopio manual al archivo(A. Hakim, S. Banabilh, M. Ibrahim, T. Z. Zie, Z. Rajion, N. Khalid, and Z. Majid,2005) digital tridimensional(Mateu et al.,2015);(Espada y Sanchez,2014)., facilitando la obtención del modelo virtual (fig.2), acompañado de la incorporación de programas de visualización y modelado 3D (Katsushi Lkeuchi,2001)que permiten mediciones digitales con rapidez, exactitud (Stevens, D.R.; Flores-Mir, C.; Nebbe, B.; Raboud, D.W.; Heo, G. Major, P.W..2006), sencillez, reproducibilidad y predictibilidad (Day,1995); evitando un posible deterioro, rotura o pérdida.

Para esto, se idea un dispositivo, a partir de un microcontrolador Arduino (fig.3 y 5) (Margolis,2011);(Etxebarria Isuskiza,2012);(Torrente Artero,2013), que usa cámara DSRL (fig.4) (Bautista 2011)y la utilización de software de código abierto, que permite a partir de un objeto físico, la obtención de un archivo digital, donde alumnos y docentes realizan la medición (El-Zanaty HM, El-Beialy AR, Abou El-Ezz AM, Attia EK, El-Bialy AR, Mostafa YA.:2007) e índices en una pantalla de computadora (fig.2).

Nuestro recorrido hasta aquí, nos permite aseverar que la utilización de modelos 3D en un ordenador, ayuda, no solo a los alumnos en el diagnóstico, sino que facilita el aprendizaje gracias a la practicidad entorno al manejo de herramientas que puede brindar cualquier computador (Rodriguez,1992)

Materiales y métodos

La obtención del modelo digitalizado 3D fue a partir de software y hardware a medida, constituido por un domo fabricado especialmente de 70x95x80cm (fig.4) con fin de iluminación a partir de 35 tubos fluorescente Dulux 2G11, 2900 Lúmenes Master PL-L 4P 36w 840, revistiendo las lámparas por detrás con tela papel-Mylar refractante de 100 micrones y por delante filtros de Gelatina Profesional Rosco Difusor 216 de luminarias. Dentro del domo, en un extremo se colocó una cámara EOS 70D(w) DSRL con lente macro EF-S 60 mm fija, que saco múltiples fotografías del modelo dental de ortodoncia, zocalado en un oclisor plástico de 8,5x 7x 6cm y 250 grs, en el otro extremo del domo, sobre una base automatizada representaban los ejes "X" e "Y" una estructura en forma de dos (2) letras "L", la primera construida como soporte en acero pesado de 80cm de largo x 15 de ancho con 4mm de espesor y la segunda liviana pero resistente, construida en aluminio de 44cm de largo x 13cm

de ancho con de 2mm de espesor que articuló en la mitad de la rama vertical de la base de acero y representó los movimientos en el “eje Y”, y por otro lado en la mitad de la rama horizontal se dispuso un plato giratorio que representó las acciones en el “eje X”, en cuyo punto central fue colocado el modelo dental, destinado a ejecutar las órdenes de un microcontrolador Arduino Mega 2560 R3 (fig.3 y 5), que pre estableció movimientos en el eje horizontal “X” consistentes en 20 detenciones para completar una vuelta, en 5 angulaciones diferentes de 0, -21, -45, 21 y 45 grados. Toda acción móvil fue efectivizada por dos drivers A4988 que activaron individualmente 2 motores de paso a paso (PAP), Norma Mena 17 alto torque 1.8, voltaje 2.8v, equipados con sensores óptico reflectivos CNY70 que dieron aviso a la Plaqueta Arduino de la ubicación del objeto en puntos estratégicos del recorrido para ser reconocida la posición espacial del objeto a cada momento de desplazamiento, sirviendo de registro guía 3 módulos láseres (C. Teutsch, nov 2000) de 3.5 x1,1 cm rojos 5mw, longitud de onda 650nm, alimentación de 3v, consumo de 40mA, de foco regulable diferentes en forma de punto, lineal y en cruz a partir de la conexión del Arduino con el integrado UNL2003 (fig.5); esta posición fija, repetible y estandarizada del modelo ejecutada con PAP a su vez accionó un disparador automático, conectando un Relay x4 de 5v con la cámara, que permitió la toma fotográfica en el lapso (dos segundos) donde se detiene el movimiento del modelo mencionado obteniendo un total de 100 fotografías en alta resolución RAW de 2MB. Las fotografías capturadas fueron ensambladas por software transformándolas en una imagen (J. H. Chuah, S. H. Ong, T. Kondo, K. W. C. Foong, and T. F. Yong 2001) tridimensional, la cual puede ser visualizada en un celular o CPU a través de un open-source denominado Meshlab. Se utilizó para la programación de toda la construcción tres (3) software de código libre o abierto y acción colaborativa. El primero (#1), open-source software, Arduino- versión Windows 1.5.7 fue instalado en forma gratuita en PC de escritorio Intel® core™ i5-3330 CPU 3.00 GHZ, RAM 6GB, 64Bits. Este permitió la escritura, en lenguaje de programación C/C++ típico, de órdenes que debió seguir la base robotizada de antemano al pulsar un teclado de membrana 4x4 y observar la orden de ejecución en un display LCD, 1602 Hd44780 backligh azul 16x2cm.

Toda la información registrada y almacenada fue administrada y supervisada en otra computadora de mayor capacidad (fig. 3) para procesar tal cantidad de datos obtenidos por un processor 6 Core- Intel® Xeon® ES-1650 V2, 3.50 GHZ, RAM 64GB 1866MHZ DDR3 ECC Memory, dual AMD FirePro D700, GPUs, donde se instaló el segundo (#2) open-source software denominado VisualSFM, Visual structure from motion system y la extensión dense reconstruction module used by visualSFM-CMVs for Windows, que transformaron los datos recogidos por medio de cálculos matemáticos y algoritmos complejos, dando como resultante un archivo extensión .stl que pudo ser observado y manipulado por el profesional odontólogo con la utilización del tercer (#3) open-source software de código abierto Meshlab versión 1.3.3 para Windows de 64 Bits.

Resultados:

Se logró el pasaje, de objetos físicos, a archivos digitales tridimensionales, siendo únicos, exactos y reproducibles virtualmente en cualquier ordenador que contenga un programa de visualización de imágenes 3D (H. Zhang, S. Ong, K. Foong, and T. Dhar, 2005). Todos los modelos 3D pudieron ser medidos (S. M. Yamany, A. A. Farag, and N. A. Mohamed, 1998) en los tres sentidos del espacio y esas medidas virtuales, correspondieron con exactitud a los objetos físicos. El procedimiento de obtención del archivo extensión (.stl) demoró 1h y 45 minutos,

ocupando una capacidad en el ordenador de entre 19 y 25MB, variando según volumen del objeto. La extensión .STL del archivo probó ser modificada o adulterada en parte o en un todo, logrando crear modelos digitales diferentes al original. La necesidad de poseer un espacio edificio o hasta muchas veces habitaciones completas de modelos dentales de yeso, fue simplificada a una computadora.

Discusión:

Hacemos énfasis en la importancia de tomar impresiones de calidad, confeccionando modelos exactos de la boca de los pacientes. Entendiendo que la muestra de los modelos sea segura, exacta e inalterable en el tiempo, es que los digitalizamos .Minimizando en el mejor de los casos imposibilitando su pérdida realizamos Back ups de rutina.

Aún no ha podido ser resuelto como evitar a nivel legal, la manipulación o alteración del modelo en 3D. Entendemos que requiere sello o bloqueo como muestra original.

Conclusión:

Es óptimo implementar el archivo de modelos digitales en 3D de rutina en la práctica tanto institucionales como privada. Entendiendo que es una herramienta útil y eficiente en todas las especialidades odontológicas, como archivo histórico, diagnóstico y predicción de tratamiento virtual. La tecnología 3D es de gran dinamismo, requiriendo nuestra atención y dedicación para divulgarla, enseñarla y aprenderla en detalle ,cambiando el paradigma de archivo físico al virtual, y esto es cuestionable, pero también sabemos que en la medida que observemos sus resultados, estaremos transitando este proceso de aprendizaje donde nuestras matrices (De Quiroga, 2005) de conocimiento nuevas y anteriores, digitalización en 3D y el registro manual de modelos de yeso, estarán entremezclándose para potenciar nuestro trabajo como profesionales de la Salud.

Agradecimientos:

A todos los docentes y alumnos de la cátedra de Ortodoncia que con su apoyo y aporte de ideas colaboraron para que este trabajo logre llevarse adelante.

Bibliografía:

A. Hakim, S. Banabilh, M. Ibrahim, T. Z. Zie, Z. Rajion, N. Khalid, and Z. Majid, "Non-contact 3d digitizer as a possible tool in archiving dental study models," *The Malaysian Journal of Medical Sciences*, vol. 12, no. 1, p. 110, 2005. 13

Bautista CH. *Digital Photography in dentistry: techniques and clinical importance*, 2011: 12-25.

Bolton W. *The clinical application of a tooth size analysis*. *Am J Orthod*.1962: 48 (7): 504-529.

C. Teutsch, "Model-based Analysis and Evaluation of Point Sets from Optical 3D Laser Brian Curless, "From Range Scans to 3D Models," *ACM SIGGRAPH Computer Graphics*, Vol. 33, Issue 4, Nov 2000, pp.38-41.

Canut Brusola JA. *Ortodoncia clínica y terapéutica*. Masson, 2000; (2):114 -115.

Day RA. *Como escribir y publicar trabajos científicos:O.P.S. Pub.Cient.n 558:1995.Ed.- Washington DC.(2):6-14.*

De Quiroga AP. *Enfoques y perspectivas en psicología social*. Cinco,2005: 47-49.

Ender A, Mehl A.: (2011). "Full arch scans: Conventional versus digital impressions-an in-vitro study". *Int J comput Dent*. 2011;14(1):11-21.

El-Zanaty HM, El-Beialy AR, Abou El-Ezz AM, Attia EK, El-Bialy AR, Mostafa YA.: (2010). "Three dimensional dental measurement: An alternative to plasMah J.: (2007). "The Evolution of Digital Study Models". *JCO VOLUME -XLI NUMBER -9 (557-561).ter models" Am J Orthod Dentofac Orthop 2010;137:259-65.*

Espada faour O, Sánchez IN. *Modelos de estudio 3D. Ventajas e inconvenientes: Ortodoncia publicaciones,2014; 22-36.*

Etxebarria Isuskiza M. *Arduino: La tecnología al alcance de todos*. Alfaomega,2012; 2: 16-35.

Graber TM, Vanarsdall (h).RL. *Ortodoncia Principios generales y técnicas*. Panamericana, 1997; (2): 55.

Gregoret j, Tuber E, Escobar LHR, Matos da Fonseca A. *Ortodoncia y cirugía Ortognatica*. Espaxs, 1997; 60-72.

Guardo AJ, Guardo CR. *Ortodoncia*. Mundi, 1981: 70-94/223-229.

Guardo CR, *Rev.FOUBA XIV: Ecuación pronóstica ,1994; 36: 27-40.*

H. Zhang, S. Ong, K. Foong, and T. Dharand , "3-dimensional orthodontics visualization system with dental study models orthopantomograms," *Third Intl. Conf. on Experimental Mechanics and Third Conf. of the Asian Co Proceedings of the 20th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology committee on Experimental Mechanics*. *Proceedings of SPIE*, vol. 5852, pp.768–787, 2005. 12.

J. H. Chuah, S. H. Ong, T. Kondo, K. W. C. Foong, and T. F. Yong, "3d space analysis of dentalmodels," *Visualization, Display, and Image-Guided Procedures*. *Proceedings of SPIE*, vol. 4319, pp. 564–573, 2001. 12.

Katsushi Lkeuchi, "Modeling from Reality," *Third International Conference on 3-D Digital Imaging and Modeling*, 2001, pp.117-124.

Fausto Bernardini, Holly E. Rushmeier: *The 3D Model Acquisition Pipeline*. *Comput. Graph. Forum* 21(2): 149-172 (2002), (pdf).

Roy Mayer, *Scientific Canadian: Invention and Innovation From Canada's National Research Council*, Vancouver: Raincoast Books, 1999.

Song Zhang, Peisen Huang, "High-resolution, real-time 3-D shape measurement," *Optical Engineering*, 2006, pp.123601. (pdf)

Marc Levoy, Jeremy Ginsberg, Jonathan Shade, Duane Fulk, Kari Pulli, Brian Curless, Szymon Rusinkiewicz, David Koller, Lucas Pereira, Matt Ginzton, Sean Anderson, James Davis, "The Digital Michelangelo Project: 3D Scanning of Large Statues," *Proceedings of the 27th annual conference on Computer graphics and interactive techniques*, 2000, pp.131-144. (pdf)

David Luebke, Christopher Lutz, Rui Wang, and Cliff Woolley, "Scanning Monticello," 2002, <http://www.cs.virginia.edu/Monticello>

Mateu ME, Schweizer HS, Bertolotti MC. *Ortodoncia. Grupo Guía*, 2015; (1): 229-248.

Monti AE. *Tratado de Ortodoncia. El Ateneo*, 1994. (1):335-341/438-440.

Margolis M. *Arduino Cookbook. Recipes to begin, expand, and enhance your projects*. O'Reilly,2011;(2):637-651.

Moyers RE. *Manual de Ortodoncia. Panamericana*, 1992. (4):230-248.

Musich DR, Ackerman JL. *Método cadena colgante. Am J orthod*.1973; 63: 366.

Proffit WR. *Ortodoncia, Teoría y Práctica. Mosby*, 1995. (2):154-159.

Rodriguez J. *Rev.FOUBA XII: Esa gran idea: la computadora*, 1992; 31: 14-19.

Schillingburg HT, Hobo S, Whitsett LD. *Fundamentos de prostodoncia Fija. La Prensa Medica Mexicana*, 1990, (9):169-190.

Shaker Verlag-"Scanners", volume 1., 2007. ISBN: 978-3-8322-6775-9

S. M. Yamany, A. A. Farag, and N. A. Mohamed, "Orthodontics measurements using computer,"*Society*, vol. 20, no. 2, pp. 536–539, 1998. 10

Stevens, D.R.; Flores-Mir, C.; Nebbe, B.; Raboud, D.W.; Heo, G. Major, P.W.. (2006). "Validity, reliability, and reproducibility of plaster vs. digital study models: Comparison of peer assessment rating and Bolton analysis and their constituent measurements" *Am. J. Orthod.* 129:794-803, 2006.

Torrente Artero O. *Arduino, curso práctico de formación. Alfaomega*,2013: 62-102.

Torres R. *Biología de la boca, Estructura y función. Panamericana*, 1973: 186-190.

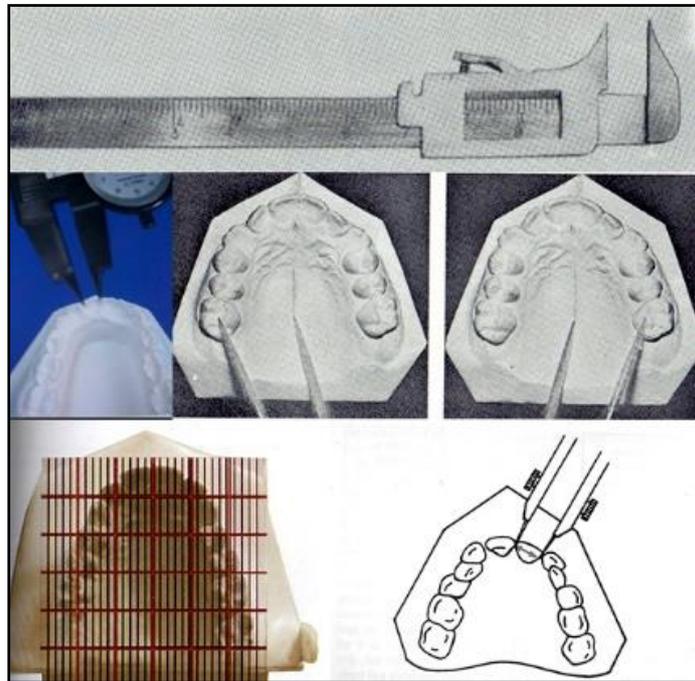


Fig. 1

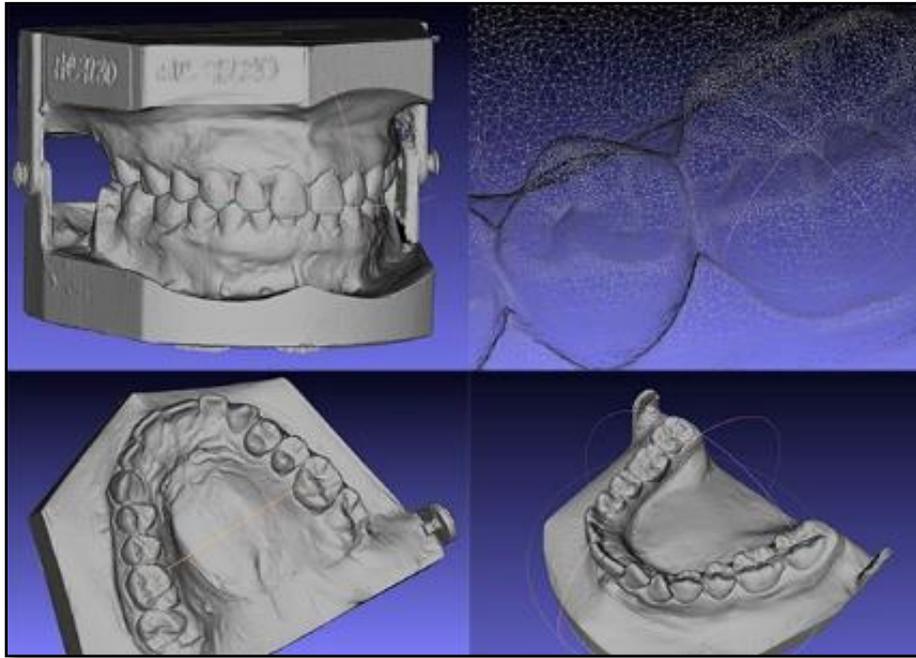


Fig. 2



Fig. 3

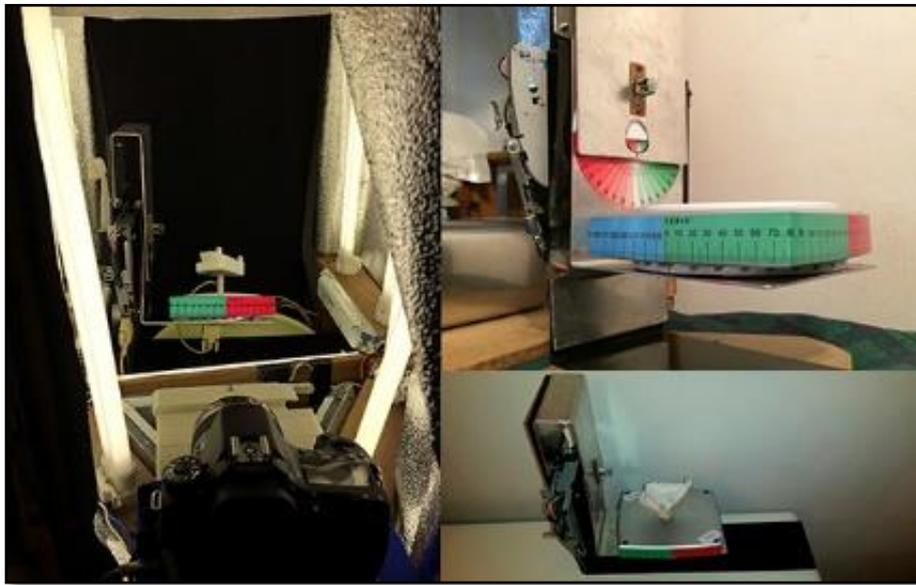


Fig. 4

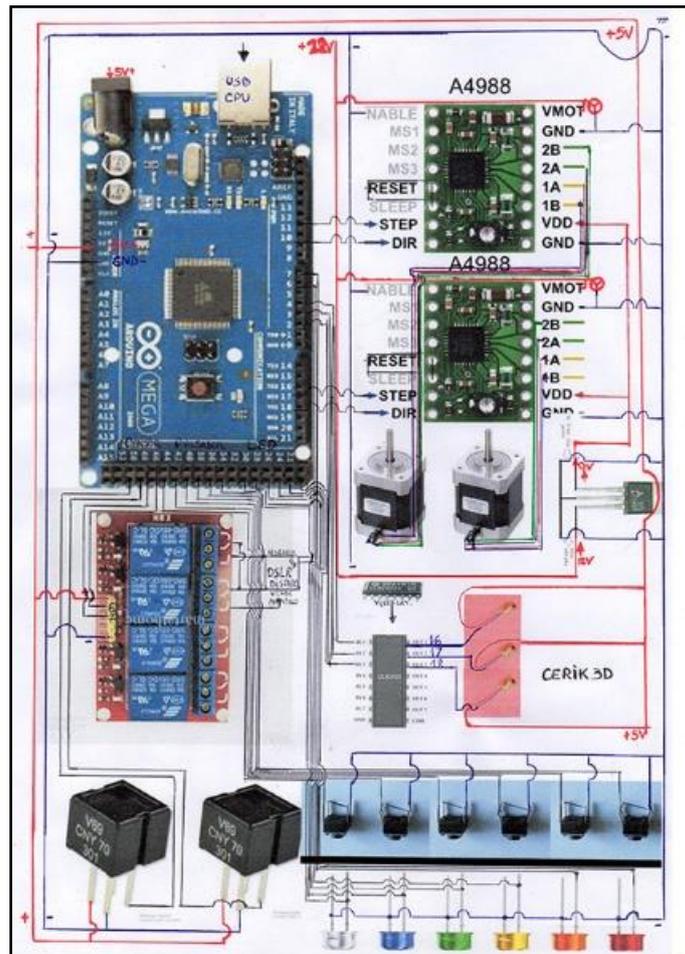


Fig. 5